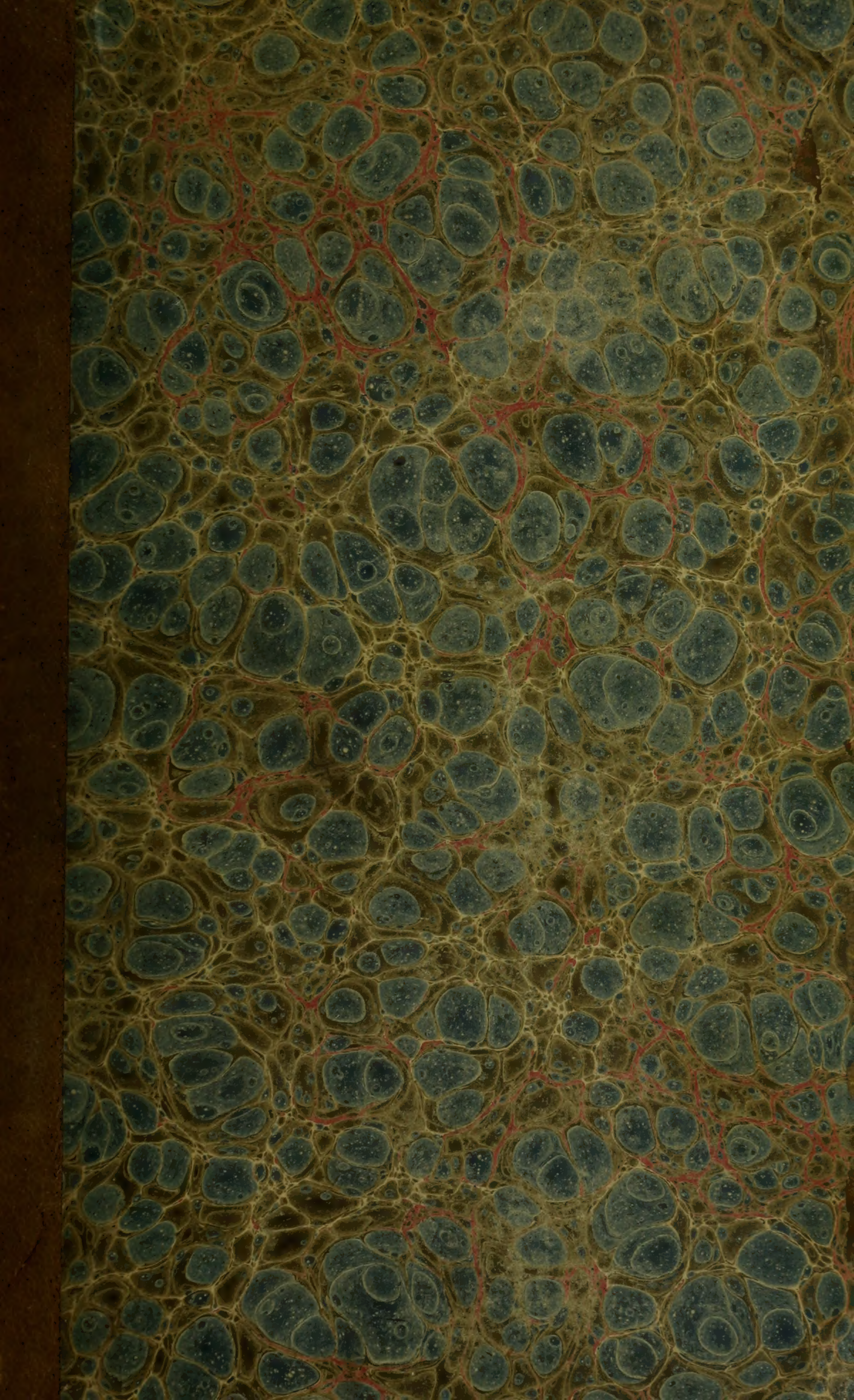


ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME ONZIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1884

SUR LES

PROPRIÉTÉS ANTISEPTIQUES DE L'ACIDE FORMIQUE

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER

L'acide formique (CH_2O_2) se trouve à l'état libre dans le corps des fourmis, dans les poils urticants des *Urticacées*, les aiguilles, l'écorce et le bois des sapins, dans le suc de *Sempervivum tectorum*, dans les fruits de *Tamarindus indica* et *Sapindus Saponaria*, etc.[1] M. Émile Bergmann a constaté la présence de l'acide formique dans trente-cinq espèces de plantes appartenant aux groupes naturels les plus différents, y compris les champignons. Le même auteur a constaté la présence de cet acide dans les différents organes de la plante, racines, feuilles, fleurs et graines. Il en conclut que l'acide formique est un des produits les plus constants de la métamorphose de la matière qui s'opère dans les végétaux.

Quant à l'origine et au rôle physiologique de l'acide formique, il existe deux opinions diamétralement opposées.

M. Erlenmeyer a émis la supposition que l'acide formique et le superoxyde d'hydrogène sont les premiers

[1] A. Vogel, Ueber Ameisensäure. *Bot. Centralblatt* n° 14, 1883.

produits de l'assimilation de l'acide carbonique et de l'eau sous l'influence de la chlorophylle et de la lumière. M. Reinke au contraire regarde l'acide formique comme un produit de la métamorphose régressive et de la décomposition du protoplasma. M. Bergmann en s'appuyant sur ses expériences admet cette dernière opinion [1].

Quels que soient l'origine et le rôle physiologique de l'acide formique, celui-ci présente des propriétés antiseptiques dont l'étude présente de l'intérêt.

Voici quelques expériences qui ont été faites dans le courant du printemps et de l'été 1883.

I

Des pousses de *Chara fragilis* (nacktfüssige Zweige) dans les cellules desquelles le protoplasma se mouvait d'une manière très énergique, furent placées dans de l'eau contenant 0,25 °/₀ d'acide formique, le courant plasmatique s'arrêta immédiatement.

Des infusoires (Vorticella), des Rotifers, des Anguillules furent tués instantanément dans le même liquide. Certains insectes hyménoptères font la chasse à d'autres insectes destinés à la nourriture de leurs larves, ils transpercent leur victime avec leur dard et celle-ci se trouve presque instantanément privée de mouvement. D'après les belles observations de M. Fabre le *Sphex flavipenne* par exemple paralyse les grillons en enfonçant son stylet empoisonné une première fois dans le cou de la victime, puis une

[1] Bergmann Emil, Untersuchungen ueber das Vorkommen der Ameisensäure u. Essigsäure in den Pflanzen und ueber die physiologische Bedeutung derselben im Stoffwechsel. *Bot. Centralblatt* nº 14, 1883. *Bot. Zeitung*, XL, 1882, nºˢ 43, 44, 45.

seconde fois dans l'articulation des deux segments antérieurs du thorax. Dans cette opération le stylet a transpercé les trois centres nerveux largement distincts du grillon. De là résulte une paralysie, totale ou partielle, des mouvements.

Il y a anéantissement plus ou moins complet de la vie animale mais la vie végétative, la vie des organes de la nutrition, se maintient longtemps encore et préserve de la décomposition la proie que la larve ne doit dévorer qu'à une époque assez reculée (Fabre, *Annales des sciences naturelles*).

M. Léon Dufour a fait des observations semblables sur le *Cerceris Bupresticide*, mais cet habile observateur admet que la victime du Cerceris est décidément morte. Il attribue l'incorruptibilité de l'insecte tué au liquide de la glande véninifique de la femelle des hyménoptères qui pénètre dans le corps de sa proie.

M. Fabre qui n'admet qu'une paralysie et non la mort réelle de l'insecte transpercé par le Cerceris, décrit de la manière suivante le mode d'opérer du *Cerceris tuberculé* sur un Curculionite le *Cleonis ophtalmicus*.

« L'hyménoptère se met face à face avec sa victime,
« lui saisit le rostre entre ses puissantes mandibules,
« l'assujettit vigoureusement et, tandis que le curculionite
« se cambre sur ses jambes, l'autre, avec les pattes anté-
« rieures, le presse avec effort sur le dos, comme pour
« faire bailler quelque articulation ventrale. On voit alors
« l'abdomen du meurtrier glisser sous le ventre du cha-
« rançon, se recourber et darder vivement à deux ou trois
« reprises son stylet venimeux à la jointure du prothorax,
« entre la première et la seconde paire de pattes. En un
« clin d'œil, tout est fait, sans le moindre mouvement con-

« vulsif, sans aucune de ces pandiculations des membres « qui accompagnent l'agonie d'un animal, la victime, « comme foudroyée, tombe pour toujours immobile. Le « charançon, par l'effet d'une piqûre microscopique et d'un « imperceptible liquide, a donc perdu instantanément « tous ses mouvements : la chimie ne possède pas de « poison aussi actif. Qu'y a-t-il donc au point où pénètre « le dard? Il y a les ganglions thoraciques qui fournis- « sent les nerfs des ailes et des pattes et président à leurs « mouvements.

« Chez les Buprestes les centres nerveux du mésotho- « rax et du métathorax sont confondus en une seule « grosse masse; chez les curculioniens les trois ganglions « thoraciques sont très rapprochés, les deux derniers « sont même contigus. »

Ce qui semble parler en faveur de l'opinion de M. Fabre c'est que, d'après ce même auteur, il suffit d'amener avec une pointe acérée d'acier une gouttelette de quelque liquide corrosif, l'ammoniaque, par exemple, sur les centres médullaires thoraciques en piquant légèrement l'insecte à la jointure du prothorax, en arrière de la première paire de pattes pour produire une entière immobilité.

Pour voir si la simple piqûre des ganglions thoraciques produit l'immobilité de l'insecte, j'ai enfoncé une fine pointe d'acier dans la seconde et troisième paire des ganglions thoraciques du Carabe doré; ils sont assez rapprochés tandis que le premier ganglion se trouve plus éloigné. La première paire de pattes fonctionnait d'une manière parfaitement normale, tandis que les quatre pattes postérieures n'avaient que des mouvements de trépidation. Quelques individus ainsi piqués reprenaient leur mouvement normal au bout d'une heure, d'autres dont les gan-

glions thoraciques postérieurs avaient été détruits restaient définitivement paralysés dans leurs quatre pattes postérieures, tandis que la première paire restait parfaitement mobile.

Lorsqu'on piquait les mêmes ganglions avec une pointe d'acier par laquelle on introduisait dans le thorax du Carabe une gouttelette d'acide formique (qui contenait 25 °/₀ d'acide formique pur), l'insecte après quelques mouvements de trépidation tombait sur le flanc ou sur le dos et après quelques vains efforts pour se relever il restait tout à fait immobile. Le temps qui s'écoule dans ce cas entre l'introduction de l'acide formique et l'immobilité complète dépend de la concentration de l'acide. Les Carabes ainsi piqués avec de l'acide formique gardent pendant longtemps la flexibilité de leurs membres quand même leur mort est devenue évidente. Un Carabe piqué de cette manière le 4 mai présenta le 9 mai des membres souples, flexibles, qui ont même de la contractilité musculaire lorsqu'on les écarte de leur position.

L'insecte ne présente pas trace de décomposition même après plusieurs mois. Au mois de septembre un Carabe ainsi traité présente encore une remarquable souplesse dans ses pattes postérieures et cependant, comme le dit Léon Dufour, après vingt-quatre heures, en été, depuis la mort d'un coléoptère, ses organes intérieurs sont ou desséchés ou corrompus. J'ignore si le liquide infusé dans le corps de leurs victimes par les femelles des hyménoptères est de l'acide formique [1] ; mais en tout cas cet acide, même à dose minime, a la propriété de produire en peu de temps l'immobilité de l'insecte et ensuite la mort de ce

[1] Leuckhardt et Bergmann (Anatomie et Physiologie comparée) regardent comme probable que ce liquide est de l'acide formique.

dernier; ce même acide empêche complètement la putréfaction. On obtient le même effet en infusant de l'acide formique dans le corps des chenilles qui se décomposent si facilement.

II

Lorsqu'on plonge dans de l'eau contenant 0,25 °/₀ d'acide formique des lombrics, des limaces, des larves de grenouilles, des jeunes tritons, etc., on voit au bout de un à trois jours le corps de ces animaux complètement désagrégé, pulpeux, comme s'il avait subi une digestion; mais cette matière pulpeuse ne présente même après plusieurs mois pas trace de putréfaction. Les plantes carnivores sécrètent toujours des liquides acides. L'acide sécrété par *Drosera rotundifolia* paraît appartenir, d'après Frankland, à la série de l'acide acétique et des acides gras. Il serait intéressant d'examiner si le liquide-acide sécrété par cette plante ne contient point d'acide formique.

Le 4 avril du foie de veau cru fut plongé dans de l'eau contenant 0,25 °/₀ d'acide formique. A la fin du mois de juin, malgré une température très élevée, ce foie ne présente aucune trace de putréfaction; mais il est complètement désagrégé en parties brunes provenant des tissus du foie mêlées à une grande quantité de gouttelettes d'huile et de cristaux de *leucine*. Au fond du liquide se trouvaient des schizomycètes morts, incolores, inertes, réunis en colonies. Le liquide filtré présentait toujours une réaction très acide; il était jaune par transparence et d'une belle fluorescence verte avec la lumière incidente. L'odorat le plus délicat ne perçoit que l'odeur du foie cuit (il était cru), mais pas la moindre trace de putréfaction. La température dépassait 20°.

Le 12 mai on plongea un fragment de foie dans de l'eau contenant 0,5 °/₀ d'acide formique pur. Comme dans l'expérience du 4 avril le foie fut placé dans un flacon bouché avec un bouchon ordinaire de liège. A la fin du mois de juin ce foie est parfaitement intact, non désagrégé, sans trace de putréfaction. Le liquide ambiant est jaune avec fluorescence verte. Nægeli a observé ces mêmes fluorescences dans ses cultures de schizomycètes (Untersuchungen ueber niedere Pilze, 1882). Il pense que la coloration se présente seulement lorsqu'il y a réaction alcaline et que le liquide répand une odeur d'ammoniaque. Cependant le liquide fluorescent qui entourait le foie présentait une réaction très acide et pas trace d'odeur ammoniacale.

Comme contre-épreuve un même fragment de foie fut plongé dans de l'eau ordinaire. Déjà au bout de trois jours ce foie se trouvait en pleine putréfaction.

La leucine qui s'était formée dans le foie plongé dans l'eau avec 0,25 °/₀ d'acide formique, ne se présentait ni dans celui plongé dans la solution au 0,5 °/₀, ni dans celui plongé dans l'eau ordinaire. Du foie plongé dans de l'eau renfermant des feuilles d'orties, se décompose plus lentement que dans l'eau ordinaire.

Sur les parois intérieures d'un flacon mal bouché qui renferme du foie de veau dans l'eau acidulée avec 0,5 °/₀ d'acide formique, il se forme des moisissures (Penicillium) qui descendent jusqu'au niveau du liquide sans y pénétrer. Le liquide qui entoure le foie est toujours limpide ; il n'y a pas trace de putréfaction. Les moisissures peuvent donc se développer au contact d'un liquide dans lequel les schizomycètes ne se développent pas. Plongées dans le liquide lui-même, les premières formaient de petits flocons blancs sans augmenter de volume.

III

Le 23 juin des cerises mûres furent plongées dans de l'eau contenant 0,25 °/₀ d'acide formique. La matière colorante diffuse en partie dans le liquide ambiant; mais après trois mois d'immersion ces cerises sont encore parfaitement fraîches, sans trace de décomposition, sauf la diffusion d'une partie de leur sucre et de leur couleur rouge. Des cerises plongées dans l'eau ordinaire se couvrent au bout de quelques jours de moisissure, tandis que celles plongées dans l'eau acidulée dans un verre mal fermé n'en présentent pas trace; il y a ni schizomycètes, ni saccharomyces vivants qui se sont développés en abondance dans l'eau ordinaire renfermant des cerises. Le 23 juillet du jus de groseilles rouges fut mélangé avec un même volume d'eau et filtré. Le liquide parfaitement limpide fut partagé en deux parties égales : l'une ne contenait que de l'eau avec le jus de groseilles; l'autre reçut 0,25 °/₀ d'acide formique. Le 26 juillet le liquide du premier verre était en fermentation; il se dégageait de nombreuses bulles d'acide carbonique et il se déposait au fond des saccharomyces. Le liquide du second verre ne présentait pas trace de fermentation. Le 13 août le jus de groseilles acidulé est encore parfaitement limpide; mais à sa surface il s'est formé une épaisse couche de Penicillium glaucum. Le liquide fermenté non acidulé par l'acide formique est de couleur rose et renferme des flocons de Mucor mucedo. L'eau acidulée avec l'acide formique sur laquelle se trouvent des moisissures perd peu à peu sa réaction acide; il se forme par oxydation de l'eau et de l'acide carbonique[1].

[1] M. Marker a observé que dans la fermentation de la mélasse

Pour exclure les champignons des moisissures sur les liquides contenant de l'acide formique comme antiseptique, il faut employer des vases bien propres, bien fermés et de l'eau pure.

IV

A une infusion de foin dans laquelle il s'est développé une grande quantité de schizomycètes (Clostridium butyricum, Vibrio rugula, Bacterium subtile, etc.), on ajouta 0,5 °/₀ d'acide formique. Tous les schizomycètes y compris le Bacterium subtile sont tués.

Lorsqu'on fait une infusion de foin à laquelle on ajoute 0,5 °/₀ d'acide formique, le liquide coloré en jaune reste parfaitement limpide, et cependant cette infusion a été exposée à l'air libre pendant quatre heures à une température de 36° ; c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables à la formation du Bacterium subtile dont le développement a été arrêté complètement par l'acide formique. Après deux mois cette infusion est encore parfaitement limpide. Le Bacterium subtile qui résiste pendant plus d'une heure à l'action de l'eau bouillante est donc tué et le développement de ses spores est empêché par la présence de 0,5 °/₀ d'acide formique.

Un des résultats les plus intéressants de l'étude des schizomycètes est la transformation du bacterium du foin (Bacterium subtile) en *Bacterium anthracis* et vice versa la transformation de cette forme infectieuse en bactérie du foin complètement inoffensive. Les belles expériences de Buchner ne laissent guère de doute sur l'idendité morpho-

0,2 °/o d'acide formique nuisait à un haut degré à l'action du ferment et à son développement.

logique de ces deux bactéries. D'après Koch l'origine de la bactérie de l'Anthrax n'est pas à chercher dans le corps des animaux, mais en dehors de celui-ci, probablement sur des matières végétales en décomposition ; de là les spores parviennent sur des plantes vivantes, par exemple sur des graminées qui sont absorbées par les animaux herbivores. Cette bactérie semble surtout se développer dans des endroits souvent inondés. La bactérie de l'anthrax comme la bactérie du foin a besoin d'oxygène pour son développement, mais elle ne se développe pas dans des solutions acides [1]. L'acide formique peut par conséquent agir contre le développement de la bactérie de l'anthrax [2].

[1] D'après Nægeli l'acide formique de même que l'acide oxalique ne peuvent servir comme nourriture aux champignons (Sitzungsbericht der bairischen Akademie am 5. Juli 1879).

[2] La bactérie du foin résiste davantage aux matières toxiques que celle de l'anthrax et hors de l'organisme elle se montre en général plus résistante à toute action nuisible (Nägeli, Untersuchungen ueber niedere Pilze, 1882, p. 165). D'après Brefeld les spores de la bactérie du foin sont peu sensibles, même pendant plusieurs jours, à l'action de solutions concentrées de sulfate de cuivre, de sublimé de mercure et d'acide carbolique (D[r] W. Zopf, die Spaltpilze, 1883, p. 60).

SUR L'ASCENSION

DU

COURANT DE TRANSPIRATION DANS LES PLANTES[1]

PAR

M. le Dr Jean DUFOUR.

Représentons-nous un arbre élevé et puissant, dans toute la force de sa végétation. Les nombreuses feuilles dont il est chargé sont continuellement le siège d'une active *transpiration;* elles cèdent à l'atmosphère qui les entoure une grande quantité de vapeur d'eau variant d'ailleurs avec les conditions toujours changeantes de température, d'humidité de l'air et de lumière. Pendant les chaudes journées d'été, la masse d'eau évaporée par la couronne bien feuillée d'un grand arbre atteint des proportions étonnantes. C'est un véritable torrent qui se répand dans l'air, y versant sous forme de vapeur des centaines de litres d'eau.

Et cependant, malgré la déperdition d'eau continue et

[1] Ce mémoire est en partie composé par la traduction d'une notice: « Ueber das Steigen des Transpirationsstroms bei Holzpflanzen, » qui va paraître dans les *Arbeiten des botanischen Instituts in Würzbourg*, III, Heft 1.

considérable des tissus, les feuilles ne subissent aucune modification ; elles restent parfaitement fraîches.

C'est que, dans l'intérieur de l'arbre, se passe un phénomène caché pour l'observateur superficiel, comme la plupart des actions physiques et chimiques dont l'ensemble représente l'activité vitale de la plante, mais qui n'en est pas moins une de ses plus remarquables manifestations.

La couronne de l'arbre reçoit, en effet, dans la mesure où elle transpire, de nouveaux sucs, puisés par les racines dans le sol, conduits à diverses hauteurs par les tissus du tronc, et couvrant ainsi continuellement le déficit dû à l'évaporation. Cette eau, chargée de substances minérales, forme en même temps un suc nourricier utilisé par les feuilles dans le travail de l'assimilation ; ce qui conduit à envisager la transpiration, non comme une perte inutile d'eau subie par la plante, mais comme le moyen employé par elle pour se procurer les sels nécessaires au travail chimique des feuilles.

Le tronc d'un arbre est ainsi parcouru, pendant toute la période de végétation, par un courant d'eau ascendant dont la rapidité, très variable, dépend de l'activité transpiratoire de la couronne.

Comment l'arbre peut-il être le siège d'un travail aussi considérable ? Quelles forces sont mises en jeu pour amener jusqu'au plus haut de ses branches une pareille quantité d'eau ? Quelle est la voie suivie par ce grand courant ascendant dans l'intérieur du tronc ?..... Telles sont les questions qui s'imposent au botaniste et qui, malgré deux cents ans d'études, de recherches et de discussions sont loin d'avoir aujourd'hui trouvé une solution définitive.

§ 1. Théorie capillaire et théorie osmotique.

Quatre théories principales ont été proposées successivement pour expliquer le phénomène de l'ascension de la sève. Mais, grâce principalement à l'examen critique de M. Sachs, deux d'entre elles, les théories *capillaire* et *osmotique*, ont disparu maintenant de la scène.

La première, son nom l'indique, ne voyait en jeu dans ce phénomène que des actions capillaires. Obéissant à ces dernières, l'eau serait montée peu à peu dans les étroits conduits des vaisseaux et des trachéides. Mais ici plusieurs difficultés se présentaient. Les vaisseaux sont fermés en haut et en bas, souvent interrompus de cloisons, et leur diamètre n'est pas assez fin pour déterminer l'ascension des liquides jusqu'au sommet des grands arbres. De plus, ces liquides auraient été retenus avec force, par l'adhésion capillaire, aux parois, sans pouvoir s'écouler avec la rapidité exigée par l'activité de la transpiration.

Une expérience intéressante, due à M. de Höhnel, vint de plus démontrer que les vaisseaux des plantes en pleine transpiration, au lieu d'être remplis d'eau, comme le voudrait la théorie capillaire, ne contiennent, à côté d'un peu de liquide, que de l'air très raréfié. En effet, lorsqu'on ploie une branche bien fournie de feuilles, en en faisant passer la courbure dans un bain de mercure, puis qu'on la coupe sous le niveau du liquide, ce dernier monte immédiatement dans les vaisseaux, jusqu'à une hauteur qui peut atteindre 40 à 50 centimètres.

En outre, s'il s'établissait, comme plusieurs auteurs l'admettent, des dispositions absolument analogues à celles de la chaîne capillaire de Jamin dans les vaisseaux,

la pression d'une atmosphère au maximum qui est en jeu dans l'expérience de M. de Höhnel, pourrait difficilement, me semble-t-il, provoquer le déplacement de la chaîne pour permettre l'ascension du mercure.

Enfin, la théorie capillaire ne pouvait évidemment pas s'appliquer aux conifères, dont le bois dépourvu de vaisseaux se compose uniquement de fibres allongées, sans communications entre elles.

La théorie osmotique rencontre également des objections importantes sur lesquelles je ne puis m'arrêter ici. Elle paraît insuffisante pour rendre compte du mouvement des liquides jusque dans les parties élevées du végétal et n'a eu, du reste, qu'une existence assez éphémère.

§ 2. Théorie de l'imbibition.

Passons maintenant à l'examen des deux théories encore actuellement aux prises : d'un côté la théorie de l'*imbibition*, proposée et développée par Unger et M. Sachs, de l'autre, celle indiquée souvent sous le nom de *théorie de M. Bœhm* qui fait jouer à la pression atmosphérique le principal rôle dans le mouvement des liquides à l'intérieur de la plante.

L'idée que l'eau nécessaire à la transpiration monte dans l'épaisseur des membranes fut émise, en 1864, par Unger [1]. Ce savant se représentait la sève cheminant dans les espaces intermoléculaires de la cellulose et arrivant peu à peu jusqu'au sommet de l'arbre. C'était ainsi une modification de l'hypothèse capillaire alors régnante. Le mérite d'avoir élevé cette idée à la hauteur d'une théorie

[1] *Sitzungsber. der Wiener Acad.* 1864, p. 137.

nouvelle revient à M. Sachs qui étudia avec soin les propriétés physiques des bois et sépara clairement les notions de *capillarité* et d'*imbibition*, comme deux phénomènes bien distincts l'un de l'autre[1].

Dans un ouvrage récemment publié, les *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*[2], il présente enfin la théorie de l'imbibition comme la seule qui, dans l'état actuel de la science, puisse donner une explication suffisamment plausible du phénomène qui nous occupe.

C'est cette théorie que nous allons exposer rapidement.

On nomme *imbibition* la propriété des tissus organisés d'absorber avec avidité, lorsqu'ils sont plus ou moins secs, l'eau mise en contact avec eux, jusqu'à ce qu'ils soient parvenus à un certain degré de saturation. Pendant cette absorption d'eau, on constate toujours un gonflement, une augmentation de volume du corps, ce qui nous montre avec évidence que le liquide n'entre pas simplement dans des espaces capillaires déjà existants, comme cela a lieu pour les corps poreux, mais que d'autres forces moléculaires sont mises en jeu. L'eau se fraye elle-même un chemin entre les molécules du corps; attirée par ces dernières avec force, elle les écarte les unes des autres.

D'après les idées généralement reçues actuellement sur la constitution intime des formations végétales organisées, celles-ci se composeraient de petites particules de nature cristalline, les *micelles* de M. Nægeli, qui exerce-

[1] Ueber die Porosität des Holzes, dans les *Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg*, II, p. 291.

[2] I, p. 269. Voir aussi son *Traité de botanique*, trad. van Tieghem, p. 792.

raient entre elles et vis-à-vis de l'eau d'énergiques actions attractives[1].

Chaque micelle cherchant à retenir autour d'elle un certain nombre de molécules d'eau, l'imbibition devient semblable à un phénomène de diffusion, un cas particulier du mélange intime de deux substances, dû à l'attraction moléculaire. Ainsi conçue, l'imbibition est analogue à la diffusion d'une substance solide dans un liquide. Si l'on dépose au fond d'un liquide une couche de sel, ce dernier se liquéfiera, puis, lentement, se répandra de proche en proche jusqu'à répartition égale dans toute la masse du liquide et jusqu'à saturation, si le sel est en quantité suffisante,

Si nous offrons à un corps organisé, homogène, une certaine quantité d'eau, il s'établira de même, au bout de quelque temps, dans son intérieur, une répartition uniforme des molécules de ce liquide. S'il arrive maintenant que, sous une influence quelconque, une partie du liquide qui imbibe soit enlevée en un point du corps, aussitôt la distribution de l'eau dans ce dernier se modifiera. Les molécules de liquide chemineront de micelle en micelle pour couvrir le déficit, jusqu'à ce qu'une répartition égale soit de nouveau atteinte. Si à l'une des extrémités du corps se produit une soustraction continuelle, tandis qu'à l'autre extrémité de l'eau soit toujours disponible, alors il s'établira un véritable courant moléculaire traversant le

[1] Voir sur ce point les nombreux travaux de M. Nægeli : *Die Stärkekörner*, 1858; *Sitzungsber. der Bair. Acad.* 1862 et 1864; *die Theorie der Gährung*, 1879; puis : Sachs, *Experimentalphysiologie*, trad. Micheli; Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, vol. I; Nægeli et Schwendener, *das Mikroskop;* Strasburger, *Ueber den Bau und das Wachsthum der Zellhäute.*

tissu organisé et aboutissant au point où s'opère la soustraction du liquide.

C'est ainsi que se produit, d'après la théorie de l'imbibition, l'ascension de *l'eau de transpiration* dans les arbres et dans les plantes herbacées. Le squelette des membranes ligneuses nous représente le corps conducteur, capable de s'imbiber facilement. A la partie supérieure fonctionne la transpiration, tandis que le sol fournit continuellement l'eau nécessaire. C'est donc l'évaporation par les feuilles qui provoque le mouvement ascendant de l'eau d'imbibition dans l'arbre tout entier, de même que dans un conducteur électrique, une variation de la tension en un point quelconque provoque aussitôt une répartition différente de l'électricité dans toute l'étendue du corps. On pourrait encore dire qu'il y a une certaine analogie entre ce phénomène, tel que le conçoit la théorie de M. Sachs, et le mouvement de la chaleur dans une barre conductrice. La chaleur fournie à l'une des extrémités de la barre et absorbée à l'autre, passe continuellement à travers le corps en en réchauffant la substance.

Partant de cette conception du transport de l'eau, la hauteur prodigieuse de certains arbres, les Palmiers, *Wellingtonia*, *Eucalyptus*, etc., ne saurait plus offrir une difficulté insurmontable. Nous admettons en effet que l'eau qui imbibe le tissu ne *pèse* pas des couches supérieures sur les parties inférieures, retenue qu'elle est par des forces moléculaires qui agissent en chaque point de l'arbre avec la même énergie.

On attribue donc dans cette théorie une propriété spéciale au tissu membraneux du bois, la propriété de pouvoir permettre le mouvement de son eau d'imbibition avec une rapidité assez grande pour suffire au fonction-

nement de la transpiration. D'après les mesures de M. Sachs, la vitesse d'ascension du courant transpiratoire dans la tige peut atteindre en réalité de 1 à 2 mètres par heure. Les molécules d'eau dans les membranes doivent ainsi se mouvoir aussi rapidement que les plus agiles zoospores connues. En séchant ou en vieillissant, une modification intime des membranes ligneuses leur fait perdre en grande partie cette faculté si importante; l'aubier est en général seul apte à fonctionner comme tissu conducteur.

Le principe fondamental de la théorie, la faculté de déplacement rapide de l'eau d'imbibition n'est point une hypothèse gratuite ; il y a au contraire bien des cas où nous sommes forcés de reconnaître l'existence d'un phénomène pareil. Représentons-nous, par exemple, un tronc d'arbre abattu, couché sur le sol. Exposé à l'air, ce tronc perd peu à peu par évaporation, à la surface de section surtout, l'eau contenue dans sa masse. Il doit arriver un moment où l'eau a disparu des espaces capillaires du bois, mais où les parois cellulaires en contiennent encore beaucoup. Or cette eau d'imbibition disparaît également en grande partie, le bois se dessèche de plus en plus, et les molécules d'eau ont dû nécessairement voyager *dans l'intérieur des membranes* pour aller s'évaporer au point ou s'effectue la déperdition d'eau.

Toutes les fois d'ailleurs qu'un liquide sort d'une cellule, phénomène qui a lieu, entre autres, avec une merveilleuse rapidité chez beaucoup d'organes excitables, comme les vrilles ou les renflements moteurs des *Mimosa*, il y a passage du liquide à travers des membranes vivantes, ce qui provoque un déplacement de l'eau qui les imbibe. C'est donc bien sur une propriété générale des tissus que s'appuie la théorie de M. Sachs.

§ 3. Distinction des mouvements des liquides dans la plante par imbibition et par filtration.

Je dois m'arrêter quelque temps sur un point qui a été, particulièrement dans ces dernières années, l'objet de nombreux malentendus, et qui a provoqué plus d'une critique de la théorie de l'imbibition. Il s'agit de la confusion faite entre les mouvements des liquides qui se produisent *uniquement* dans l'épaisseur des membranes, par imbibition, et ceux qui s'effectuent par simple filtration, dans l'intérieur des vaisseaux et des cellules du bois.

Le bois dont la constitution est le plus simple, celui des conifères, se compose, comme on le sait, uniquement de fibres allongées dont chacune représente un étroit espace, sans communication directe avec les cellules voisines, renfermant une certaine quantité de liquide et un peu d'air. Grâce à l'existence, sur les parois épaisses de ces fibres, de pores fermés, il est vrai, par une très mince membrane, le passage des liquides par filtration, d'une cellule à une autre, s'opère avec la plus grande facilité sous l'influence de la plus légère pression. Dans le bois plus hétérogène des plantes supérieures, la présence des vaisseaux ajoute encore à cette grande perméabilité dans le sens longitudinal. Les causes les plus diverses peuvent provoquer de pareils mouvements de filtration, ainsi l'action osmotique des racines, les différences de pression à l'intérieur des cellules par les changements de température, l'agitation des branches par le vent, etc.

C'est *à côté* de ces mouvements de filtration qu'existe, d'après la théorie de M. Sachs, un rapide courant ascendant dans l'intérieur des membranes, dû, celui-là, uniquement à l'action des forces moléculaires d'imbibition et subvenant aux besoins de la transpiration.

Ces deux sortes de déplacement de l'eau dans l'intérieur du bois peuvent probablement avoir lieu indépendamment l'un de l'autre, simultanément ou consécutivement, dans le même arbre. Dans un cep de vigne, par exemple, le phénomène des pleurs (ainsi un mouvement de liquide par filtration), déterminé par la forte absorption d'eau des racines, s'établit au printemps bien avant le développement des feuilles, et par conséquent du courant de transpiration.

Un phénomène d'une nature un peu différente doit aussi se passer dans les arbres en été. Au matin, le courant transpiratoire, presque stationnaire pendant la nuit, se met en train peu à peu dans l'intérieur des membranes; mais il doit en même temps se produire, en sens contraire, un mouvement de filtration de l'eau contenue dans l'intérieur des cellules et des vaisseaux. En effet, sous l'influence des rayons solaires, les branches les plus minces doivent s'échauffer en premier lieu, puis les plus grosses et ensuite seulement le tronc. Or l'air contenu dans le bois change de volume par les variations de température; dans chaque cellule, les bulles d'air se dilatent, chassant devant elles l'eau qui les entoure. Un courant descendant doit ainsi se produire jusqu'au moment où l'arbre a acquis partout la même température.

La force osmotique des racines, encore bien mal connue dans sa nature intime, provoque des phénomènes très apparents, comme les pleurs au printemps et, chez un grand nombre de plantes, l'émission de gouttes d'eau par les feuilles; mais elle ne peut être cependant considérée comme cause principale de l'ascension de la sève. Il est facile en effet de se convaincre qu'au temps de la plus forte transpiration par les feuilles, la poussée des racines

qui devrait atteindre alors son maximum d'énergie n'existe pas. Au contraire, il règne à ce moment dans les vaisseaux une tension négative. Cette dépression est si forte que si l'on coupe à ce moment au ras du sol, la tige d'une plante, non seulement il n'y a pas d'eau expulsée par la surface de section, mais encore cette dernière est capable d'absorber assez rapidement une certaine quantité de liquide. Les effets de la poussée des racines ne se font sentir que lorsque la transpiration est très ralentie ou nulle. Le liquide soulevé se meut alors par filtration, principalement dans l'intérieur des vaisseaux. Mais la quantité d'eau livrée ainsi est d'ailleurs bien insuffisante pour subvenir à la transpiration des feuilles, comme l'ont démontré des mesures comparatives.

La propriété si remarquable du bois frais, étudiée en détail par Théod. Hartig, M. Sachs, M. Rauwenhoff, etc., de laisser filtrer facilement de l'eau au travers de sa masse, sous l'influence d'une faible pression unilatérale, repose donc sur un facile passage de l'eau liquide de cellule en cellule, à travers les ponctuations aréolées de la membrane. La très mince membrane qui ferme ces ponctuations devient alors perméable pour les liquides, dans le sens transversal. Mais il est encore incertain si cette perméabilité dépend d'un déplacement de l'eau d'imbibition, s'opérant ici sous l'influence d'une simple pression, grâce à l'excessive minceur du tissu, ou bien si elle provient de l'existence de pores invisibles.

Ce qui précède me conduit à mettre en doute la valeur absolue des expériences et des arguments sur lesquels se fonde M. Elfving[1] pour attaquer la théorie de l'imbibition.

[1] Ueber die Wasserleitung im Holz. *Bot. Zeitung*, 1882, p. 707, reproduit dans les *Ann. des Sc. nat.* VI. ser. vol. 15.

Ayant constaté qu'une injection de beurre de cacao bouchant les lumina des cellules et des vaisseaux rendait un fragment de bois impropre à la filtration artificielle provoquée par la pression, M. Elfving en conclut que le facile transport de l'eau d'imbibition des membranes, admis par M. Sachs, n'existe en aucune façon.

« Es kann daher ganz allgemein ausgesprochen werden, » continue-t-il, « dass das Transpirationswasser sich nicht in den Membranen bewegt, sondern von Element nach Element filtrirt [1]. »

Cette assertion ne me semble cependant pas découler nécessairement des expériences de M. Elfving. Ces expériences démontrent simplement que l'eau d'imbibition de l'ensemble du tissu membraneux n'a pas été mise en mouvement par une pression unilatérale. Mais elles ne prouvent aucunement que le déplacement de cette eau ne puisse avoir lieu (ainsi qu'il a été exposé plus haut), sous l'influence de la transpiration des feuilles, puisque cette transpiration enlève du liquide à l'extrémité du réseau membraneux et par suite y détruit continuellement l'équilibre de répartition de l'eau.

M. Sachs n'a jamais prétendu que la grande perméabilité du bois soit due au facile déplacement de l'eau d'imbibition dans l'épaisseur seule des membranes. Démontrant même dans un endroit de son mémoire [2] que ce phénomène dépend entre autres de la position des pores aréolés des membranes, il admettait ainsi tacitement que le mouvement de filtration intéressait seulement l'eau contenue dans les espaces capillaires du bois.

[1] *Loc. cit.*, p. 722.

[2] *Porosität des Holzes*, p. 293, 297.

Dans deux publications très étendues [1], M. Rob. Hartig, se fondant sur les résultats de ses consciencieuses recherches relatives à la distribution de l'eau dans les arbres, a été conduit également à repousser la théorie de l'imbibition.

Les faits que M. Hartig considère comme absolument incompatibles avec l'idée d'un transport de l'eau dans les membranes sont les suivants : 1° Les cellules du bois contiennent toujours une certaine quantité d'eau, et les membranes ainsi continuellement baignées de liquide ne peuvent se dessécher suffisamment pour provoquer des déplacements de l'eau d'imbibition. 2° Dans la plupart des arbres (le chêne fait exception), les régions supérieures renferment plus d'eau que le tronc.

Nous ne connaissons encore, il est vrai, que bien imparfaitement les relations qui existent entre l'eau qui imbibe les membranes et celle qui est contenue dans les espaces cellulaires, mais il ne me semble cependant pas prudent de nier, à priori, la possibilité d'un courant transpiratoire indépendant, cheminant dans les membranes, même dans les conditions indiquées par M. Hartig, c'est-à-dire lorsque les cellules contiennent de l'eau à l'état liquide. On peut se représenter que les molécules d'eau continuellement enlevées vers le sommet de la plante soient plus facilement remplacées de proche en proche, dans le sens longitudinal, par de nouvelles molécules prises directement aux *couches inférieures de la membrane elle-même*, plutôt qu'au liquide qui est en contact avec les parois. Je rappellerai ici que M. Wiesner [2] a démontré que l'eau d'im-

[1] *Untersuchungen aus dem forstbot. Institut zu Munchen*, II, 1882, et III, 1883.

[2] *Sitzungsber. der Wiener Acad.* 1875, Bd. 72, p. 10.

bibition se meut plus rapidement dans la direction longitudinale, c'est-à-dire dans le sens normal du courant ascendant, que dans la direction transversale, circonstance évidemment favorable à l'idée que nous soutenons.

Les membranes n'ont du reste aucunement besoin de subir un desséchement local ou général pour provoquer un mouvement de l'eau d'imbibition, de même qu'un corps bon conducteur de la chaleur ne doit pas nécessairement redevenir froid pour recevoir et transmettre plus loin de nouvelles ondes calorifiques.

L'eau contenue dans l'intérieur des cellules joue peut-être le rôle de réserve pour les temps de transpiration plus active ; peut-être sert-elle à imbiber de nouveau la membrane lorsque survient une variation un peu trop forte au-dessous du point de saturation de l'eau qui l'imbibe.

Mais, dira-t-on, comment expliquer la présence de cette eau dans l'intérieur des trachéides, jusqu'au sommet des arbres ? La solution de ce problème reste encore, je l'avoue, assez incertaine, mais cette question n'a, croyons-nous, pas de rapport immédiat avec celle qui nous occupe, savoir l'ascension rapide de l'eau nécessaire pour les besoins de la transpiration.

L'imbibition ne peut évidemment seule expliquer le transport de l'eau à l'état liquide, contenu dans les cellules. D'un autre côté, la poussée des racines due à l'osmose peut remplir en été, pendant la nuit, les vaisseaux des plantes herbacées [1], mais ne suffit aucunement à expliquer l'ascension de l'eau dans les grands arbres. Il y

[1] Voir sur ce point : Volkens, *Ueber Wasserausscheidung in liquider Form an den Blättern hœherer Pflanzen*. Berliner Dissert. 1882.

a en outre bien des plantes où l'on n'a jamais constaté l'existence d'une pression positive de l'eau fournie par les racines [1].

Quant aux différences de tension de l'air à l'intérieur de la plante, elles peuvent certainement provoquer des déplacements d'eau et jouer un certain rôle dans la distribution de ce liquide; mais on ne peut, croyons-nous, les faire servir à l'entretien du courant transpiratoire régulier, comme le veut la théorie que nous allons exposer.

§ 4. La théorie de la pression de l'air (Luftdrucktheorie).

Émise il y a longtemps déjà, mais développée principalement par M. Bœhm [2], l'idée de faire intervenir la pression de l'air dans l'ascension des liquides chez les plantes revient maintenant sur le tapis, sous une forme un peu différente, grâce aux travaux récents de MM. Hartig, Elfving, Vesque, Russow, etc. La théorie de l'imbibition est en revanche vivement attaquée, traitée même par M. Vesque [3] de « théorie qui a fait son temps, » et par M. Bœhm d' « hypothèse absolument contraire au bon sens qui doit être abandonnée comme décidément trop absurde [4]. »

Dans les deux importants mémoires cités plus haut, M. Hartig conçoit d'une manière assez différente de ses

[1] P. ex. les Conifères (Hofmeister, *Flora* 1862, p. 118). Voir aussi d'autres exemples dans Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, I, p. 156.

[2] *Sitzungsber. der Wiener Acad.* 1863 et 1864; *Warum steigt der Saft in den Bäumen*? Vortrag, 1878, etc. En dernier lieu dans *Bot. Zeitung*, 1881 (reproduit dans les *Ann. des Sc. nat.*, sér. VI, vol. 12.

[3] *Ann. des Sc. Nat.*, sér. VI, vol. 13, p. 38.

[4] *Bot. Zeit.*, 1881, p. 823.

devanciers, et expose d'une façon plus claire et plus précise, une théorie fondée sur l'action de la pression de l'air.

D'après lui, l'ascension de la sève serait due simplement à des inégalités de pression de l'air dans l'intérieur des arbres. La continuelle déperdition d'eau provenant de la transpiration aurait pour conséquence une augmentation de volume et la raréfaction de l'air des régions supérieures. Cette aspiration toujours renouvelée dans la couronne déterminerait un mouvement ascendant de l'eau contenue dans les cellules situées plus bas, et restées sous une pression de l'air plus considérable. Le courant transpiratoire s'établirait ainsi dans toute la longueur de l'arbre, par filtration de cellule à cellule et ne serait nullement dû à un déplacement de l'eau d'imbibition s'opérant exclusivement dans l'épaisseur des membranes.

L'influence *directe* de la pression atmosphérique, admise par M. Bœhm, n'entre du reste pas en ligne de compte dans la théorie de M. Hartig. L'absorption de l'eau par les racines est considérée, par ce dernier, comme un phénomène indépendant de l'aspiration de la couronne et ne peut s'expliquer que par l'action de forces osmotiques.

Mais une difficulté insurmontable[1], je crois, s'oppose à cette théorie. Une différence de pression de l'air d'une atmosphère est capable, on le sait, d'élever une colonne d'eau de 10 mètres seulement. Comment expliquer alors l'ascension de l'eau de transpiration jusqu'au sommet d'arbres de 80, 100, 120 mètres et plus? M. Hartig

[1] Cette objection si naturelle a été présentée d'abord par Unger (*Sitzungber. der Wiener Acad.* 1864) il y a vingt ans déjà. M. Sachs (*Vorlesungen* I, p. 323) et tout dernièrement M. Zimmermann (*Ber. der Deutsch. Bot. Ges.* 1883, p. 183) ont aussi rendu attentif à ce côté faible de la théorie.

considère, il est vrai, chaque cellule comme une petite pompe distincte et suppose que, dans chaque cellule, le poids de l'eau supporté par la capillarité ne doit pas être pris en considération. Mais ceci ne me paraît cependant pas tout à fait conforme à la réalité. La pression de l'air des régions inférieures, répondant à l'aspiration produite par la transpiration, est en définitive seule en jeu, car l'adhésion aux parois gêne aussi bien l'ascension de l'eau que sa chute. Dans ses dessins et son argumentation, M. Hartig se représente chaque trachéide remplie aux deux tiers par une colonne d'eau pourvue d'un ménisque concave, remplissant la partie inférieure de la cellule, tandis que la bulle d'air, plus légère, se réfugie au sommet. Mais les forces capillaires s'exerçant dans ces espaces microscopiques tendent, il me semble évidemment, à déterminer une répartition relative toute différente des deux éléments : la bulle d'air doit occuper le centre de la cellule, tandis que la face interne et les deux extrémités appointies de celles-ci sont revêtues par une couche d'eau adhérente.

Les différences de pression de l'air entre le haut et le bas de l'arbre, quoique réparties entre une foule de cellules situées les unes au-dessous des autres, ne sont pas changées pour cela et sont soumises, me semble-t-il, à l'application du principe physique rappelé ci-dessus. La filtration de cellule à cellule s'opérant d'autre part, comme on le sait, avec une extrême facilité [1], le poids de

[1] Je rappellerai ici une expérience indiquée d'abord par Théod. Hartig. Si l'on pose sur la surface supérieure de section d'un fragment de tige (de sapin par exemple) tenu verticalement une goutte d'eau, celle-ci s'enfonce immédiatement dans la masse du bois et l'on voit apparaître à la face de section tournée contre terre une quan-

l'eau soulevée et *en mouvement* ne peut être considéré comme annulé.

M. Russow[1] cherche à expliquer le fait que l'eau monte dans les arbres à une hauteur supérieure à 10 mètres, par la présence, dans le bois, de nombreux espaces intercellulaires communiquant avec l'air atmosphérique et permettant ainsi, en chaque point de l'arbre et aux divers niveaux, l'action de la pression extérieure. La voie suivant laquelle agirait cette pression reste pour moi assez obscure et n'a du reste pas été exposée d'une manière approfondie par l'auteur. Si j'ai bien compris M. Russow, la pression se faisant sentir à un niveau quelconque pourrait sans doute déterminer un mouvement des liquides au-dessous d'un point considéré ; mais, par cela même, elle empêcherait évidemment l'ascension de se produire jusqu'en ce point-là.

Il y a quelque temps, un savant français, M. Vesque[2] a observé directement, à l'aide du microscope, l'ascension de l'eau à l'intérieur des vaisseaux de quelques plantes. Opérant avec des tiges coupées sous l'eau et absorbant un liquide troublé par un fin précipité d'oxalate de calcium il put constater un rapide mouvement ascendant du liquide dans les vaisseaux.

On ne peut, je crois, tirer de ces expériences fort intéressantes aucune conclusion sur ce qui se passe chez des plantes *enracinées*. En coupant la tige, M. Vesque se pla-

tité d'eau à peu près équivalente. Cette expérience réussit même avec des tiges de 80 à 100 centimètres de longueur et lorsque le bois est incomplètement saturé d'eau.

[1] *Bot. Centralblatt*, Bd. XIII, 1883, p. 107.

[2] *Comptes rendus*, vol. 95, p. 308 et *Ann. des Sc. Nat.*, sér. VI, vol. 15.

çait dans des conditions tout à fait anormales. Les vaisseaux ouverts par la section devaient nécessairement absorber de l'eau. Dans la plante enracinée, les vaisseaux sont fermés aux deux bouts, et au lieu d'être remplis d'eau contiennent, comme l'indiquent les expériences de M. de Höhnel, une faible quantité de ce liquide en compagnie d'air raréfié.

Une difficulté, tirée de la pratique horticole courante, se présente encore, lorsque l'on veut attribuer l'ascension des liquides dans les plantes uniquement à de simples différences de pression de l'air qu'elles renferment. Supposons, en effet, que l'on coupe tout près et au-dessus de l'insertion d'un rameau, l'extrémité d'une branche en pleine activité de transpiration. L'air pouvant entrer dès lors librement dans les vaisseaux par la section devrait, il me semble, empêcher toute aspiration ultérieure, provoquer ainsi l'interruption du courant transpiratoire et par suite le dessèchement des feuilles du rameau. Il est au contraire bien connu que cette opération n'entraîne aucune modification fâcheuse dans la végétation, même chez des plantes pourvues de larges vaisseaux, comme la plupart des espèces de *Quercus, Clematis, Fraxinus, Juglans,* etc.; au contraire, les feuilles et les rameaux restants se développent avec une vigueur nouvelle. Une production de thylles pourrait, il est vrai, déterminer plus tard, dans certains cas, l'obstruction des vaisseaux; mais cette formation ne suffit pas, je crois, à expliquer le fait que le transport de l'eau ne subit aucun arrêt immédiatement après l'opération.

L'adaptation de la théorie de M. Hartig à de nombreux arbres des tropiques, renommés pour l'extrême dureté et

la densité de leur bois, ne laisse pas de présenter aussi une certaine difficulté. Je rapellerai par exemple divers représentants de la famille des Sapotacées et des Ébénacées[1], puis *Tectona grandis, Hæmatoxylon Campechianum* et d'autres encore. Ces arbres, vivant dans un climat chaud et atteignant souvent une hauteur très considérable (*Tectona grandis* est l'un des plus grands arbres connus), ont un bois si compact que l'examen microscopique y montre la plupart des trachéides presque dépourvues de cavités cellulaires. Il ne reste donc à peu près, pour le passage de la sève, que les membranes très épaissies ou les vaisseaux. Or ces derniers contiennent fréquemment des thylles ou des masses résineuses qui les obstruent en partie, et l'on pourrait difficilement s'expliquer, du reste, à l'aide de quel mécanisme la sève pourrait monter dans les vaisseaux seuls[2].

Mais, même chez nos arbres indigènes, la fraction du volume total occupée par les cavités des cellules est assez peu considérable, et l'on risque je crois, généralement, de se l'exagérer. Il était intéressant de rechercher d'une manière précise la part occupée par les membranes dans l'ensemble du volume d'un morceau de bois donné. J'ai essayé, pour étudier ce point, quelques mesures en employant la méthode suivante : A l'aide d'une chambre claire, je dessinai aussi exactement que possible, sur du carton épais et homogène, les contours des vaisseaux et

[1] Comparez Molisch, Vergleichende Anatomie des Holzes der Ebenaceen u. Verwandten. *Sitzungsber. der Wiener Acad.* Bd. 80, 1879.

[2] La même difficulté se présente du reste pour les espèces ligneuses dont toutes les cellules contiennent de l'amidon en hiver. Ex : *Berberis vulgaris.* Chez d'autres plantes, les vaisseaux sont également entourés de parenchyme vivant. Ex : *Robinia* et esp. voisines.

des trachéides d'une mince coupe transversale de tige ligneuse (aubier). Les cellules contenant de l'amidon furent en général négligées; quant aux vaisseaux, je les ai fait entrer en ligne de compte dans quelques mesures et totalement laissés de côté (y compris naturellement leurs parois) dans d'autres cas. On sait que, même pour les partisans de la théorie de la pression de l'air, les vaisseaux n'interviennent dans l'ascension de la sève que d'une manière indirecte et avec le concours des trachéides, et en effet, au moment de la plus forte transpiration, ils renferment principalement de l'air plus ou moins raréfié et très peu de liquide.

On découpa ensuite et pesa séparément les parties du carton représentant les membranes et celles correspondant aux lumina. Le rapport des poids permettait de se rendre compte de celui des surfaces de section des membranes et des cavités des cellules. Il est évident que cette méthode n'a pas la prétention d'arriver à une grande exactitude, qui est d'ailleurs superflue ici. Les rapports varient en effet passablement dans la nature même. Mais les quelques mesures suivantes montrent cependant, d'une manière frappante, que les parois des cellules forment en définitive la portion la plus importante de l'ensemble des trachéides, contrairement à ce que représentent en général, dans les livres, les dessins schématiques destinés à illustrer le mécanisme de l'ascension de la sève.

Fagus sylvatica.

Lumina des vaisseaux..............	7,4 %
» des trachéides	7,5
Cellules parenchymateuses...........	17
Membranes	68,1

Buxus sempervirens.

Lumina des vaisseaux	9,8	%
» des trachéides	7,9	
Membranes	82,3	

Alnus incana.

A.	Lumina des trachéides	43,5	%
	Membranes	56,5	
B.	Lumina des trachéides	54,2	
	Membranes	45,8	
C.	Lumina des trachéides	51,6	
	Membranes	48,4	

Cæsalpinia sp.

A.	Lumina des trachéides	4,2	%
	Membranes	95,8	
B.	Lumina des trachéides	6	
	Membranes	94	
C.	Lumina des trachéides	14	
	Membranes	86	

Morus alba.

A.	(Bois de printemps) Lumina des trach.	25	%
	Membranes	75	
B.	(Bois d'automne) Lumina des trach.	10,6	
	Membranes	89,4	
C.	(Bois d'automne) Lumina des trach.	11,8	
	Membranes	88,2	

Hæmatoxylon Campechianum

(d'après une prép. micr. de M. Sachs).

A.	Lumina des trachéides.............	23	%
	Membranes......................	77	
B.	(Couches plus exter.) Lumina des trach.	4,8	
	Membranes......................	95,2	

§ 5. Expérience sur le déplacement de l'eau d'imbibition.

Lorsqu'un morceau de bois dont les membranes sont imbibées d'eau se dessèche complètement, il doit se produire forcément, nous l'avons vu, un mouvement de l'eau d'imbibition dans l'intérieur des parois cellulaires[1]. Mais il en est aussi de même dans le phénomène inverse, c'est-à-dire lorsqu'un fragment de bois relativement sec est placé dans des conditions où il puisse absorber de la vapeur d'eau et en saturer sa masse.

Je citerai, à ce propos, une expérience qui montre bien cette faculté de l'eau d'imbibition de pénétrer peu à peu dans la masse des membranes, en voyageant toujours des parties plus riches en eau vers celles qui le sont moins.

Un morceau de bois sec, cylindrique (long. 11,3 c., diam. 4,3 c.), de *Populus dilatata* fut enveloppé de plusieurs couches de stanniol soigneusement appliquées et fixées contre l'écorce, de manière à laisser libre, pour l'absorption, une seule des deux surfaces de section, puis suspendu dans un vase contenant une mince couche d'eau afin de maintenir l'air très humide. Quelques cristaux

[1] Voir sur ce point les intéressantes recherches de M. Wiesner. *Sitzungsber. der Wiener Acad.* 1875, Bd. 72.

d'iode placés dans l'eau empêchèrent par leurs vapeurs tout développement de mycélium. Le bois ne touchait pas l'eau liquide, mais absorbait seulement la vapeur. Au bout de peu de temps, il accusait déjà une notable augmentation de poids, et après trois mois les membranes avaient absorbé en tout 10,02 grammes d'eau.

La progression décroissante de la marche de l'absorption ressort clairement du tableau suivant :

Augmentation de poids par jour.

Les premiers 4 jours, en moyenne.....	0,37 gr.
Les 6 jours suivants	0,21
Les 21 jours suivants	0,14
Après 2 mois	0,06
Après 3 mois	0,02

Je pus constater qu'à la fin de l'expérience (au bout de 102 jours) le contenu d'eau avait *notablement augmenté* dans des régions éloignées de 5 à 10 centimètres de la seule extrémité laissée libre. Un déplacement de l'eau d'imbibition s'était donc positivement produit, assez lentement, il est vrai, parce que le desséchement des membranes apporte naturellement de profondes modifications dans leur capacité d'imbibition.

§ 6. Expériences de ploiement des tiges.

Le fait remarquable que les branches de différentes plantes supportent, sans subir aucune altération dans leur fraîcheur, un ploiement à angle très aigu, a été indiqué déjà par M. Sachs comme un moyen facile de se rendre

compte de la justesse de sa théorie [1]. Si l'on réussit en effet, au moyen de cette opération, à déterminer en un point du rameau une occlusion complète des vaisseaux et des cavités cellulaires, il est évident que l'eau de transpiration n'aura pu le franchir que par la seule voie restée libre, l'épaissseur des membranes.

M. Russow a mis en doute dernièrement la valeur de cette expérience, en exprimant l'idée qu'il était précisément impossible d'obtenir ainsi une fermeture complète des vaisseaux [2].

Il était donc nécessaire de reprendre l'étude de cette question, et de trouver, en premier lieu, un moyen de constater d'une façon décisive si les lumina peuvent fonctionner encore à l'endroit ployé. L'examen microscopique, auquel s'était borné M. Russow, me paraissant insuffisant pour arriver à ce résultat, j'ai employé une méthode plus démonstrative. Il s'agit au fond de constater si le ploiement d'une tige peut, oui ou non, empêcher le passage d'un liquide injecté sous une pression un peu forte. Si ce passage a lieu, on pourra en conclure que les vaisseaux et les cellules ne sont pas complètement oblitérés. Si au contraire la filtration est *impossible, ou du moins extrêmement ralentie,* et que, d'autre part, le transport de l'eau nécessaire à la prospérité du rameau a manifestement continué, il sera, ce me semble, très vraisemblable que le tissu membraneux seul a servi à l'ascension des liquides.

Chez un grand nombre de plantes, les tiges ployées à angle aigu furent trouvées encore perméables à l'eau sous pression; mais je puis citer en revanche plusieurs

[1] *Vorlesungen*, I, p. 288.

[2] *Bot. Centralblatt*, 1883, Bd. XIII, p. 99.

cas où la seconde des alternatives énoncées ci-dessus s'est nettement réalisée.

Je décrirai d'une façon plus détaillée quelques-unes de ces expériences.

I. Le 24 mai, je ployai lentement, pour éviter toute formation de fissure dans le bois, mais cependant à angle aussi aigu que possible, une branche de *Salix alba*. Le rameau fut ensuite attaché solidement dans cette position. L'opération ne parut pas exercer d'influence notable sur la marche de la sève, car les feuilles et l'écorce de l'extrémité de la branche restèrent parfaitement fraîches. Le courant transpiratoire avait donc pu franchir sans peine la région ployée.

Le 15 juin, ainsi 22 jours après l'opération, je coupai le rameau au-dessus et au-dessous de la partie ployée, de manière à obtenir un fragment (ployé en deux) de 9 cent. de longueur (diam. 0,7 cent.); puis je l'assujettis solidement, par son extrémité inférieure, au moyen d'un tuyau de caoutchouc, sur la petite branche d'un tube de verre de même diamètre, recourbé en U. Cette petite branche, longue de 20 cent. environ, fut ensuite complètement remplie d'eau soigneusement filtrée; puis on versa dans la grande branche du tube (long. 80 cent.) une certaine quantité de mercure. La pression fut augmentée peu à peu de la manière suivante :

Pression.	Temps d'action.	Résultat.
20 cent. de mercure.	2 heures.	Filtration nulle.
40 »	2 »	»
60 »	2 »	»
80 »	4 »	»

Le court fragment de rameau ployé ne laissa donc pas

filtrer d'eau au travers de sa masse, même sous l'influence d'une pression supérieure à une atmosphère et agissant pendant plusieurs heures.

Expér. de contrôle. Je détachai alors les deux branches de la courbure, et déployai lentement le fragment de tige, de façon à lui faire reprendre sa forme rectiligne normale primitive. Ceci se passait sans toucher au reste de l'appareil. Aussitôt l'eau commença à filtrer à travers le bois, mais assez lentement, à cause des changements durables de forme subis par les tissus à l'endroit ployé. En 30 minutes, 4,5 cent. cubes de liquide filtré furent cependant recueillis. En ployant de nouveau le fragment de saule, on arrêtait la filtration. Cette dernière devint au contraire beaucoup plus active lorsque je coupai le fragment au-dessous de la courbure.

II. *S. alba.* Rameau ployé de 1,2 cent. de diamètre. Expérience de filtration pratiquée de la même façon. Le fragment ployé fut également trouvé imperméable.

III. *S. alba.* Rameau ployé de 0,5 cent. de diam. Le fragment ployé supporta une pression de 85 cent. de mercure pendant 16 heures consécutives, sans laisser filtrer la plus petite quantité d'eau. Coupé au-dessous de la partie ployée, il devint au contraire immédiatement perméable.

IV. *Caragana microphylla.* Rameau doublement ployé de 0,55 cent. de diam. Pression 60 cent. de mercure (3 h.) : la surface supérieure de section devient seulement un peu humide. Press. 80 cent. ; au bout de 3 heures apparaît une très petite goutte de liquide filtré. Expérience de contrôle comme précédemment.

Des expériences semblables et fournissant le même résultat furent faites avec d'autres rameaux de *C. microphylla* et de *Salix alba.* Enfin deux tiges doublement

ployées de *Cannabis sativa* étaient également presque complètement imperméables.

Les rameaux ployés à angle aigu d'un grand nombre de plantes furent trouvés, en revanche, encore perméables, du moins sous l'influence de pressions un peu fortes. Cette perméabilité peut provenir d'un ployement incomplet des rameaux, de formation de fissures, de la constitution anatomique du tissu ligneux, etc. D'un autre côté, les cas assez nombreux et *seuls décisifs* où des rameaux feuillés restés frais un grand nombre de jours furent reconnus ensuite imperméables pour l'eau, sous pression, me semblent difficilement conciliables avec l'hypothèse d'un passage de la sève par filtration dans les cavités du bois.

Je citerai encore plusieurs plantes pour lesquelles il me fut impossible de pratiquer les expériences de filtration artificielle, à cause de la forme et de la constitution de leur tige, mais où l'examen microscopique des régions ployées permettait cependant de constater, avec un haut degré de probabilité, que les cavités des vaisseaux et des cellules étaient complètement obstruées. La partie concave de la courbure étant particulièrement altérée par l'opération, ces tiges furent ployées deux ou trois fois dans des sens différents, sur une longueur de 10 à 15 centimètres.

Ce traitement ne parut cependant pas altérer leur fraîcheur. Je nommerai comme exemple : *Cephalaria tatarica, Hahlitzia tamnoides, Melilotus albas,* et un assez grand nombre de Graminées.

§ 7. Expériences de déviation artificielle du courant transpiratoire.

Les résultats obtenus à l'aide d'une autre méthode de

recherches s'accordent pleinement avec ceux qui viennent d'être indiqués.

Si nous pratiquons, sur les côtés opposés d'une branche, deux entailles pénétrant chacune jusqu'à la moelle et même un peu au delà, ces entailles étant éloignées l'une de l'autre de 2,5 à 5 centimètres (comptés suivant l'axe de la branche), nous n'empêchons en aucune façon le courant transpiratoire de monter jusqu'au sommet du rameau. Celui-ci reste en effet, le plus souvent, parfaitement prospère, comme Hales l'avait déjà observé. J'ai répété en les développant, ces expériences qui me semblent fournir aussi un argument de grande valeur en faveur de la théorie de M. Sachs.

Nous avons en effet, par cette opération, interrompu la continuité des vaisseaux. Un passage de l'eau liquide, par filtration, à travers les régions occupées par les entailles, ne pourrait s'effectuer qu'au moyen des trachéides. Mais la possibilité d'un mouvement pareil, un peu abondant, paraît déjà, à priori, peu vraisemblable. L'aspiration des régions supérieures qui, d'après la théorie de M. Böhm, provoque le courant, doit être considérablement gênée par les interruptions dues aux blessures du tissu.

Les entailles furent pratiquées, soit à des rameaux tenant à l'arbre, soit à des branches coupées, puis installées trempant dans l'eau par leur base.

I. Une branche bien feuillée de *Viburnum Lantana* fut coupée, entaillée comme il a été dit plus haut, à une hauteur de 12 centimètres au-dessus de la section inférieure, puis placée dans un cylindre gradué rempli d'eau. Écartement des entailles : 4 cent. La tige avait été entourée, au niveau des entailles, par une feuille de stanniol pour éviter l'évaporation à la surface du tissu blessé. La quan-

tité d'eau absorbée, en 24 heures, par le rameau pendant l'espace de trois jours fut de :

1er jour,	92	cent. cubes.	Tempt. moyen.	19°,3.
2	90	»	»	21°,4.
3	90	»	»	19°.

Au bout de ce temps, les feuilles avaient gardé une apparence absolument normale.

Il s'agissait maintenant de savoir si les entailles avaient, à cause de leur position, empêché vraiment l'ascension du liquide autrement qu'à l'état d'eau d'imbibition. Comme dans les expériences précédentes, cette preuve fut fournie par l'impossibilité presque complète de la filtration artificielle au travers de la région des entailles. Mais une difficulté assez grande nous attendait ici. Les entailles devaient nécessairement être bouchées hermétiquement, car sans cela l'eau, pressée artificiellement dans le morceau de bois, aurait coulé simplement par les blessures; tandis qu'il importait au contraire de constater si le fragment de tige *tout entier* était perméable ou non. La fermeture des entailles fut obtenue en entourant la tige, au niveau des blessures, d'un tuyau de caoutchouc épais qui l'enveloppait exactement. Ce tuyau était très fortement attaché pour résister à la pression considérable de l'eau.

Le morceau de bois ainsi préparé, coupé au-dessus et au-dessous des entailles de manière à le ramener à une longueur de 12 centimètres (diam. 1, 3 cent.), fut adapté, comme dans les expériences précédentes, à l'extrémité de la petite branche d'un tube de verre recourbé en U. La petite branche et la courbure furent remplies d'eau, puis on essaya l'effet de la pression d'une colonne de mercure versé dans la grande branche. La pression fut élevée lentement, toutes les demi-heures, de 10 cent. Jusqu'au mo-

ment où la colonne de mercure eût atteint 60 cent., aucune filtration ne se produisit. A ce moment, de petites gouttes d'eau commencèrent à perler à la section supérieure du fragment de tige. Au bout de 30 minutes, je portai la colonne de mercure à 76 cent., puis je la laissai agir pendant 12 heures consécutives. Sous l'influence de cette pression considérable, la filtration s'accentua un peu, mais resta cependant très faible, car je ne recueillis en tout qu'un peu moins de 2 cent. cubes de liquide, quantité insignifiante comparé aux 90 c. c. qui avaient nécessairement dû franchir, le jour précédent, la région occupée par les entailles.

Expérience de contrôle. Le mercure fut vidé, puis, sans détacher le morceau de bois de l'appareil, je partageai ce morceau par une section transversale, passant entre les deux entailles. Le caoutchouc avait été préalablement rabattu.

Dans ces conditions nouvelles, la filtration de l'eau au travers du fragment de tige s'opéra avec une extrême facilité sous la pression d'une simple colonne *d'eau* de 60 cent. Il était, de plus, facile de constater que l'eau ne filtrait que par la moitié du cylindre de bois laissée intacte, tandis que l'entaille qui restait empêchait son passage à travers l'autre moitié. Je remplaçai alors l'eau par une colonne de mercure de 76 cent. Cette pression élevée activa tellement la filtration, que l'eau contenue dans la petite branche du tube passa en 16 minutes à travers le bois, quoique la moitié seulement de celui-ci permit la filtration. Cette quantité d'eau s'élevait à 58 c. c.

Dans tous les cas suivants, j'instituai également des expériences de contrôle semblables pour me convaincre que c'étaient bien les entailles, et non quelque disposition

fautive de l'appareil, qui avaient empêché la filtration de se produire.

II. *Tilia parvifolia* (diam. 1,4 cent.), mêmes dispositions que dans l'expérience précédente. Pendant 24 h. le rameau absorba 245 cent. cubes d'eau (t. m. 19°,7). Filtration nulle sous l'influence de pressions de 20 et de 40 cent. de mercure, Commence cependant faiblement lorsque la pression est portée à 60 cent. Enfin par une pression de 76 cent. pendant 12 h., 8,5 c. c. seulement traversèrent le fragment de rameau.

III. *Tilia tomentosa* (diam. 1,5 cent.), rameau tenant à l'arbre. Entailles pratiquées à 2,4 cent. de distance, le 2 juin. Quelques feuilles furent coupées pour diminuer un peu la transpiration du rameau. La branche resta fraîche. Le 20 juin, un fragment de 10,5 cent. contenant les entailles fut coupé et trouvé complètement imperméable sous l'influence de pressions de 40 et 60 cent. de mercure, agissant chacune pendant 4 heures. La pression fut élevée à 80 cent. Au bout de 9 heures, une très petite quantité d'eau seulement, environ 0,1 cent. cube avait filtré au travers du bois.

IV. *Quercus pedunculata*. Le 25 mai, je pratiquai sur une branche de l'arbre deux entailles, éloignées de 2,8 cent. l'une de l'autre. Diam. 1 cent. Les feuilles restèrent fraîches. Rameau coupé le 30 juin et trouvé complètement imperméable sous des pressions de 40 cent. (1 heure), 60 cent. (1 h.) et 80 cent. (10 h.) de mercure.

Des expériences semblables aux précédentes furent exécutées encore avec *Prunus spinosa, Tilia parvifolia, Cydonia japonica, Acer opulifolium, Sorbus aucuparia, Syringa vulgaris, Ulmus campestris, Fagus sylvatica.* Elles

donnèrent des résultats analogues. Les morceaux de bois contenant les entailles, toujours très courts (8 à 15 cent.), ne laissèrent passer qu'une quantité d'eau à peu près nulle, ou très minime comparée à ce qui avait été absorbé par les mêmes rameaux les jours précédents. Les pressions employées furent toujours élevées graduellement jusqu'à 60 à 80 cent. de mercure au moins et l'expérience poursuivie pendant plusieurs heures.

Tous les arbres ne supportent pas, il est vrai, des entailles pareilles un peu rapprochées l'une de l'autre. Je n'ai pu les pratiquer à des branches de différentes espèces de saules, d'*Alnus viridis, Populus nigra, Carpinus Betulus, Ostrya carpinifolia,* sans amener le dessèchemuet plus ou moins rapide des feuilles. Ces résultats négatifs ne me semblent cependant point infirmer la portée des expériences précédemment décrites. On pourrait, au contraire, s'étonner que la plupart des arbres résistent à un traitement aussi barbare, qui doit nécessairement troubler la marche normale du courant transpiratoire et l'obliger à un parcours indirect. Nous enlevons en effet, par les entailles, une portion très notable de la masse conductrice du bois.

Ceci permet de conclure que, non seulement la force d'imbibition suffit amplement à provoquer l'ascension de la sève dans des conditions normales, mais qu'elle est encore capable d'agir efficacement dans des circonstances tout à fait défavorables.

Je citerai encore le résultat de quelques expériences entreprises pour comparer la marche de la transpiration chez des branches de même espèce, choisies aussi égales que possible en ce qui concerne le nombre des feuilles et le diamètre à la section inférieure, mais dont l'une était

entaillée et l'autre pas. Les deux rameaux, plongés chacun par leur base dans une éprouvette graduée remplie d'eau, furent placés l'un à côté de l'autre, dans les mêmes conditions de température et de lumière. La quantité d'eau absorbée par chacun d'eux fut notée toutes les 24 heures. Comme il fallait s'y attendre, les rameaux normaux aspirèrent constamment une quantité d'eau plus grande que les rameaux mutilés. La différence fut souvent très minime au commencement de l'expérience, mais s'accentua dans la suite. Les chiffres obtenus pour les tiges entaillées décrurent avec une assez grande rapidité[1], de sorte qu'au bout de 6 à 8 jours ces dernières étaient en général flétries, tandis que les rameaux normaux avaient conservé leur feuillage frais.

I. *Fagus sylvatica* : quantité d'eau absorbée chaque 24 heures pendant 5 jours (entailles éloignées de 3,4 cent.) :

	Rameau normal :		Rameau entaillé :	
1er jour,	126	cent. cubes.	124	cent. cubes.
2	155	»	79	»
3	144	»	14	»
4	132	»	8	»
5	97	»	2	»

II. *Syringa vulgaris* : pendant 6 jours (entailles éloignées de 2,2 cent.) :

[1] Le rameau de *Viburnum Lantana* de l'expér. I rapportée plus haut fit exception, en absorbant pendant trois jours cousécutifs une quantité d'eau à peu près égale pour chaque 24 heures.

	Rameau normal :		Rameau entaillé :	
1er jour,	80	cent. cubes.	43	cent. cubes.
2	76	»	34	»
3	63	»	13	»
4	57	»	10	»
5	38	»	11	»
6	24	»	8	»

III. *Cornus candidissima;* pendant 6 jours (entailles écartées de 2,5 cent.) :

	Rameau normal :		Rameau entaillé :	
1er jour,	52	cent. cubes.	41	cent. cubes.
2	34	»	29	»
3	32	»	24, 5	»
4	28	»	16	»
5	22	»	9	»
6	19	»	3	»

Ainsi, lorsqu'on ajoute à la déviation du courant déterminée par les blessures, des conditions d'absorption de l'eau inaccoutumées, le transport de celle-ci, dans les tissus, ne peut plus s'effectuer avec la rapidité nécessaire.

Si, au contraire, on pratique les entailles à des rameaux *qu'on laisse attachés* à l'arbre lui-même, ces rameaux se conservent, la plupart du temps, parfaitement verts. J'avais par exemple pratiqué au commencement de juin, l'opération à un certain nombre de branches de *Pyrus Malus, P. spectabilis, Syringa vulgaris, Acer opulifolium, Larix europaea*, diverses espèces de *Cupressus, Taxus* et *Abies* du Jardin botanique de Würzbourg. Lors de mon départ,

au milieu d'août, le feuillage de ces rameaux n'avait pas subi d'affaiblissement sensible.

Les résultats des deux séries d'expériences qui viennent d'être décrites me semblent démontrer avec concordance que les cavités des cellules et les vaisseaux ne sont nullement nécessaires au transport de la sève dans le bois. Il ne reste que les parois des cellules qui paraissent douées, en vertu d'une propriété encore bien peu connue dans sa nature intime, de la faculté de permettre un mouvement rapide de l'eau contenue dans leur masse et servent ainsi au transport de la sève.

Je ne prétends d'ailleurs pas que les mouvements de l'eau par filtration dans l'intérieur des cellules n'ont aucune relation avec le courant transpiratoire. Mais quelle est cette relation, dans quelle mesure existe-t-elle ? Cela me paraît encore, pour le moment, fort obscur.

Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier ici M. le professeur Sachs pour l'appui et les savants conseils qu'il a bien voulu me donner pendant le cours de ce travail, exécuté dans son laboratoire de Würzbourg.

NOTICES CRISTALLOGRAPHIQUES

PAR

M. Charles SORET

I

FORMES CRISTALLINES DE QUELQUES COMPOSÉS ORGANIQUES

Les mesures qui suivent ont été effectuées à l'aide d'un goniomètre de Wollaston, à limbe vertical de Gambey, sans lunettes. Les erreurs résultant de l'emploi d'un dispositif aussi peu perfectionné, sont du reste assez petites en comparaison des autres erreurs qui proviennent de l'imperfection des cristaux. Il est clair que lorsque, ainsi que j'ai eu maintes fois l'occasion de l'observer, les cristaux présentent des défauts de parallélisme des faces opposées s'élevant à 1 ou 2 degrés, une erreur de quelques minutes sur une mesure d'angle isolée n'a qu'une importance bien minime. J'ai toujours mesuré au moins trois cristaux, et le plus souvent un plus grand nombre.

Les positions des cristaux et les axes des coordonnées ont été choisis d'après les conventions posées dans la *Physikalische Krystallographie* de Groth.

Les notations sont celles de Miller, auxquelles j'ai joint quelquefois les symboles de Lévy, dans le cas seulement

des faces très fréquentes pour lesquelles l'emploi des notations Miller donne lieu à des répétitions et à des longueurs, et pour lesquelles les symboles Lévy se réduisent à une seule lettre sans exposant, ou affectée d'un exposant très simple. Les angles sont ceux des normales.

1. Métaxylolphtaloylate d'ammoniaque.

$$\begin{matrix}(1)\ CH_3\searrow \\ (3)\ CH_3\nearrow\end{matrix} C_6H_3 - CO.C_6H_4.COO.NH_4$$

Préparé par M. F. Meier[1].

Cristaux jaunâtres assez grands, mais mal formés; les mesures sont très peu précises.

Prisme bioblique :

$$xy = 90°\ 5' \quad zx = 94°\ 58' \quad yz = 99°\ 11'$$
$$a : b : c = 0,51726 : 1 : ?$$

Faces observées : $p = (001)$; $g^1 = (010)$; $h^1 = (100)$ très développées. $m = (1\bar{1}0)$; $t = (110)$ moins grandes. $(2\bar{7}0)$, observée seulement une fois, très petite.

	Observé.	Calculé.
(001) : (100) =	84° 57' *	—
(001) : (010) =	80° 47' *	—
(100) : (010) =	89° 7' *	—
$(1\bar{1}0)$: (100) =	27° 45' *	—
(110) : (100) =	25° 30' à 27° 30'	27° 21'
$(2\bar{7}0)$: (100) =	62° 25'	61° 59'

[1] Franz Meier, *Ueber Toluylbenzoesäure und ihre Homologen* Thèse. Zurich, 1882.

2. Acide pseudocumolphtaloylique :

$$
\begin{array}{l}
(1)\ CH_3 \diagdown \\
(2)\ CH_3 — C_6H_2 — CO . C_6H_4 . COOH \\
(4)\ CH_3 \diagup
\end{array}
$$

Préparé par M. F. Meier.

Cristaux jaunâtres opaques, très mal formés; en apparence des octaèdres réguliers.

Prisme rhomboïdal oblique :

$$zx = 108° 28'$$
$$a : b : c = 1,00128 : 1 : 1,11812$$

Faces observées : $a^1 = (10\bar{1})$; $o^1 = (101)$; $e^1 = (011)$; également développées.

Angles des normales :

	Observé.	Calculé.
$(10\bar{1}) : (101)$ =	80° 10′ *	—
$(10\bar{1}) : (01\bar{1})$ =	71° 34′ *	—
$(111) : (011)$ =	62° 40′	59° 55′
$(011) : (01\bar{1})$ =	80° 30′ *	—

Les mesures sont d'ailleurs très imparfaites.

3. Pseudocumolphtaloylate d'ammoniaque :

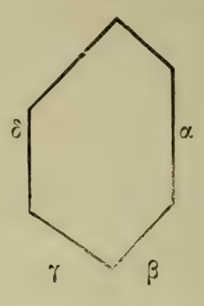
$$C_{17}H_{15}O_3 , NH_4$$

Préparé par M. F. Meier.

Lamelles jaunâtres très minces, présentant un contour voisin d'un hexagone régulier.

Les cristaux sont trop minces pour pouvoir être me-

surés au goniomètre. J'ai dû me borner à mesurer les angles plans des lamelles au moyen du réticule du micros-



cope. J'ai obtenu ainsi comme moyenne de six séries de mesures, avec répétition des angles, sur quatre cristaux différents les nombres :

$$\alpha\beta = 57° \ 49'$$
$$\gamma\delta = 58° \ 8'$$
$$\beta\gamma = 64° \ 49' \text{ d'où } \alpha\delta = 180° \ 46'$$

d'où l'on peut conclure que les mesures sont exactes à $^1/_2$ degré près. Le plan des axes optiques est à peu près parallèle à γ, et incliné du côté de γ ; on aperçoit un axe du côté de l'angle $\delta\gamma$; l'autre axe n'est pas visible. Ces caractères indiquent que ces cristaux appartiennent au système triclinique.

4. Diacétyltartrate de méthyle.

$$\begin{array}{l} CHO\,(C_2H_3O) - COO.CH_3 \\ | \\ CHO\,(C_2H_3O) - COO.CH_3 \end{array}$$

Préparé par M. Amé Pictet [1].

[1] Amé Pictet, *Recherches sur les éthers tartriques*. Thèse. Genève, 1881.

Cristaux incolores assez bons.

Prisme rhomboïdal oblique :

$$zx = 92^\circ\ 6'$$
$$a : b : c = 1,05212 : 1 : 1,00651$$

Faces observées : $h^1 = (100)$ très développée, allongée suivant l'axe des y ; $p = (001)$ très petite ; $a^1 = (\bar{1}01)$ nette ; $o^1 = (101)$ très variable de position et de grandeur ; $m = (110)$ assez développée, mais un peu mate ; $^1/_2\ e^1 = \lambda\,(0\bar{1}1)$ existe constamment, plus ou moins grande ; $\lambda\,(\bar{1}\bar{2}1)$, observée sur un échantillon, assez nette. Les faces hémièdres sont donc à gauche du cristal dans la position adoptée.

	Observé.	Calculé.
$(001) : (\bar{1}01)$ =	44° 44′ *	—
$(\bar{1}00) : (\bar{1}01)$ =	47° 22′ *	—
$(100) : (101)$ =	45° 50′	45° 10′
$(001) : (101)$ =	42° 4′	42° 44′
$(100) : (110)$ =	46° 44′	46° 34′
$(110) : (\bar{1}10)$ =	86° 32′	86° 52′
$(001) : (0\bar{1}1)$ =	45° 10′	45° 10′
$(0\bar{1}1) : (0\bar{1}\bar{1})$ =	89° 40′ *	—
$(100) : (0\bar{1}1)$ =	88° 34′	88° 31′
$(\bar{1}00) : (0\bar{1}1)$ =	91° 25′	91° 29′
$(\bar{1}01) : (\bar{1}\bar{2}1)$ =	56° 10′	55° 59′
$(10\bar{1}) : (\bar{1}\bar{2}1)$ =	123° 45′	124° 1′
$(100) : (\bar{1}\bar{2}1)$ =	112° 0′	112° 18′
$(\bar{1}00) : (\bar{1}\bar{2}1)$ =	67° 57′	67° 42′
$(1\bar{1}0) : (1\bar{2}\bar{1})$ =	69° 16′	70° 45′ (image allongée sur m).

A travers h^1, dans la lumière convergente, on voit une branche d'hyperbole du côté de o^1, indiquant des

axes optiques dans le plan g^1, avec bissectrice aiguë située vers o^1 ou vers p.

Dans la zone du plan de symétrie, les angles varient notablement d'un cristal à l'autre.

5. Diacétyltartrate d'éthyle :

$$\begin{array}{l} CHO\,(C_2H_3O) - COO.C_2H_5 \\ | \\ CHO\,(C_2H_3O) - COO.C_2H_5 \end{array}$$

Préparé par M. Amé Pictet.

Cristaux incolores assez nets.

Prisme rhomboïdal oblique.

$$zx = 91^\circ\ 49'$$
$$a : b : c = 0{,}74800 : 1 : 0{,}95412$$

Faces observées : $p = (001)$ grande, allongée suivant l'axe des y ; $o^1 = (101)$; $a^1 = (\bar{1}01)$; $u = (121)$; $v = (\bar{1}21)$; assez développées ; $h^1 = (100)$ petite, n'existe pas toujours ; $e^1 = (0\bar{1}1)$, observée seulement une fois sur une quinzaine de cristaux examinés ; cette face très peu développée est probablement hémièdre, et se trouve à gauche du cristal.

	Observé.	Calculé.
$(001) : (\bar{1}01)$ =	50° 38′	50° 54′
$(100) : (10\bar{1})$ =	37° 47′	37° 23′
$(100) : (101)$ =	38° 47′ *	—
$(001) : (101)$ =	53° 2′ *	—
$(001) : (0\bar{1}1)$ =	43° 19′	43° 38′
$(121) : (\bar{1}2\bar{1})$ =	79° 48′	79° 50′
$(121) : (101)$ =	50° 5′ *	—
$(101) : (12\bar{1})$ =	81° 12′	81° 5′
$(001) : (121)$ =	67° 11′	67° 18′
$(001) : (\bar{1}21)$ =	65° 27′	66° 3′
$(121) : (12\bar{1})$ =	47° 27′	46° 39′

Axes optiques très rapprochés dans le plan g^1. Bissectrice aiguë négative à peu près perpendiculaire à p.

Ces mesures concordent, dans les limites des variations que présentent souvent les cristaux artificiels, avec celles de M. Wislicenus[1]. Les faces de Wislicenus sont, dans la position adoptée par moi :

$$a = a^1 \qquad f = v$$
$$b = p \qquad g = u$$

et on a :

$pa^1 = 50° 25'$
$pu = 67° 5'$
$pv = 65° 3'$
$va^1 = 50° 29'$ (calculé : 49° 56')
$vv = 80° 45'$ (calculé : 80° 28')

Les cristaux que j'ai eus entre les mains paraissent bien appartenir au système clinorhombique, ou du moins s'en éloigner beaucoup moins que celui que décrit Wislicenus. Ainsi, dans deux cristaux d'apparence assez différente, j'ai trouvé :

$o^1u = 50° 1'$ à droite, et Wislicenus 48° 42'
$o^1u = 50° 7'$ à gauche, » 50° 29'

Cet angle est le seul qui ait été mesuré à droite et à gauche par M. Wislicenus. J'ai observé de plus :

$pu = 67° 0'$ et 67° 9' à droite.
$pu = 67° 15'$ et 67° 18' à gauche.
$pv = 64° 35'$ et 65° 27' à droite.
$pv = 65° 25'$ à gauche.
$o^1v = 81° 13'$ à droite.
$o^1v = 81° 9'$ à gauche.

[1] *Ann. Chem. Pharm.*, **129**, 175.

Ces nombres, sans prouver absolument l'existence du plan de symétrie g^1, me paraissent cependant autoriser à l'admettre, d'autant plus que les caractères optiques sont d'accord avec cette hypothèse.

La position que j'ai adoptée pour ces deux éthers est celle qui est habituellement assignée à l'acide tartrique [1], la zone hémièdre étant celle des *zy*.

Le racémate de méthyle mesuré par M. Bodewig [2] ne lui a pas donné de faces hémièdres. En le retournant, de manière à permuter les axes des *x* et des *z*, les rapports des axes se rapprochent de ceux des éthers ci-dessus :

Racémate de méthyle	0,65604 : 1 : 0,9890	$zx = 96°36'$
	$mm = 66°12'$	$e'e' = 90°59'$
Diacétyltartrate de méthyle	1,052124 : 1 : 1,006511	$zx = 92°6'$
	$mm = 93°8'$	$e'e' = 90°20'$
Diacétyltartrate d'éthyle	0,74800 : 1 : 0,95412	$zx = 91°49'$
	$mm = 73°34'$	$e'e' = 87°16'$

6. Dérivé basique du furfurbutylène :

$$\begin{array}{c} C^4H^3OC - C(CH_3)_2 \\ \diagdown\!\diagdown \quad \diagup \\ N \end{array}$$

Préparé par M. A. Staub [3].

Cristaux jaunes d'apparence rhomboédrique, assez bien formés.

Prisme rhomboïdal oblique :

$$zx = 131°\,35'$$
$$a : b : c = 1{,}3804 : 1 : 1{,}1273$$

[1] Groth, *Phys. Kryst.*, 427.

[2] *Zeitschrift* de Groth, **5**, 562.

[3] L.-Adolphe Staub, *Recherches sur l'action de l'acide nitreux sur le furfurbutylène*. Thèse. Genève, 1883.

Faces observées : $p = (001)$; $m = (110)$ très développées, $b^1 = (\bar{1}12)$ généralement petites.

$$(110) : (1\bar{1}0) = 91° 49'$$
$$(110) : (001) = 62° 30'$$
$$(001) : (\bar{1}12) = 35° 32'$$

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1; à travers p, les axes ne sont pas visibles, mais on aperçoit des hyperboles qui paraissent à peu près symétriques par rapport à une normale à p.

7. Bromure de diphtalyle :

$$C_{16}H_8O_4 , Br_2$$

Préparé par MM. C. Græbe et H. Schmalzigaug [1].

Prisme rhomboïdal oblique :

$$zx = 97° 31'$$
$$a : b : c = 0{,}57806 : 1 : 1{,}45309$$

Faces observées : $g^1 = (010)$ très développée; $p = (001)$; $m = (110)$ développées; $e^1 = (011)$ très étroites, manquent souvent, paraissent ne se former que du côté droit des cristaux, qui seraient donc hémièdres.

	Observé.	Calculé.
(110) : (010) =	60° 11′ *	—
(110) : (1$\bar{1}$0) =	59° 45′	59° 38′
(001) : (010) =	90° 3′	90° 0′
(001) : (011) =	55° 14′ *	—
(001) : (110) =	83° 29′ *	—
(001) : ($\bar{1}$10) =	96° 35′	96° 31′

[1] *Ber. d. deutsch. Chem. Gesellsch.*, XV, 1673.

Les faces sont généralement très irrégulières et les images très mauvaises et multiples. Pas observé de clivage. Les cristaux sont très friables et se détruisent à la moindre pression. Axes optiques dans un plan parallèle à g^1; à travers p on aperçoit dans la lumière convergente une branche d'hyperbole indiquant la présence d'un axe optique en dehors du champ, du côté de o^1. L'autre axe n'est pas perceptible, dans cette position; les cristaux sont d'ailleurs trop fragiles pour pouvoir être taillés, en vue d'une détermination de l'angle des axes. A travers g^1 l'extinction se produit suivant une ligne inclinée de 19° 20′ environ sur l'axe des z, du côté des x négatifs ou de la normale à $(\bar{1}00)$.

8. Tétrachlorphtalate de méthyle :

$$C_6H_4 \begin{cases} CO_2CH_3 \\ CO_2CH_3 \end{cases}$$

Préparé par MM. C. Græbe et Regelsberger.

Cristaux blancs assez nets, en prismes allongés, cassés généralement à l'un des bouts.

Prisme rhomboïdal droit :

$$a : b : c = 0,53246 : 1 : 0,46879$$

Faces observées : $m = (110)$ développées, brillantes; $g^1 = (010)$ assez nettes, plus petites; $e^1 = (011)$ développées, mais mates et striées parallèlement à l'axe des x.

	Observé.	Calculé.
$(110) : (1\bar{1}0)$ =	56° 3′	56° 4′
$(110) : (010)$ =	61° 58′ *	—
$(011) : (01\bar{1})$ =	50° 23′	50° 14′
$(011) : (010)$ =	64° 53′ *	—
$(110) : (011)$ =	78° 28′	78° 29′ 1/2
$(110) : (0\bar{1}1)$ =	101° 36′	101° 30′ 1/2

Pas de clivage appréciable. Fragiles. Trop opaques pour montrer les axes optiques; j'ai pu reconnaître seulement que l'extinction a lieu dans les plans de symétrie.

9. Tétrachlorure de l'acide tétrachlorphtalique :

$$C_6Cl_4{\genfrac{}{}{0pt}{}{C\,Cl_2}{C\,Cl_2}}{>}O$$

Préparé par MM. Græbe et Regelsberger.

Cristaux jaunes d'apparence rhomboédrique, assez bien formés.

Prisme bioblique, assez voisin d'un prisme monoclinique. En le plaçant dans la position où il s'en rapproche le plus, j'ai observé seulement les faces *p, m, t,* insuffisantes pour déterminer la forme primitive.

Angles mesurés :

$$(001) : (110) = pt = 71^\circ\ 44'$$
$$(1\bar{1}0) : (001) = mp = 68^\circ\ 37'$$
$$(1\bar{1}0) : (110) = mt = 105^\circ\ 2'$$

Axes optiques visibles à travers *m* dans un plan sensiblement perpendiculaire à *t*. La bissectrice aiguë est à peu près parallèle à *t*, et est inclinée sur la normale à *m* de 10 à 15 degrés du côté de l'arête (001) : $(1\bar{1}0)$. Les deux axes sont visibles dans le champ, la distance angulaire étant de 30 à 35 degrés. Les cristaux très friables et impossibles à tailler, étaient d'ailleurs trop peu transparents pour permettre des mesures plus exactes.

II

SUR UN ALUN DE SOUDE CLINORHOMBIQUE.

Cristaux volumineux en prismes allongés, formés dans une solution concentrée d'alun de soude, sur laquelle j'avais versé une couche d'alcool absolu; les cristaux ont pris naissance au point de contact des deux liquides, pendant que les cristaux d'alun de soude ordinaire se déposaient en octaèdres au fond du vase. L'expérience a été faite au mois de septembre par une température de 8—12° C.

Ces cristaux s'altèrent peu à l'air, ils ne perdent pas sensiblement de leur poids lorsqu'on les réduit en poudre et qu'on les laisse 24 heures sur l'acide sulfurique.

Je ne suis pas parvenu jusqu'ici à les reproduire. En me plaçant dans des conditions que je croyais identiques, je n'ai obtenu que des cristaux efflorescents de sulfate de soude.

Prisme rhomboïdal oblique :

$$zx = 109° \ 1'$$
$$a : b : c = 2{,}50602 : 1 : 0{,}91247$$

Faces observées : $h^1 = (100)$ très développée ; $m = (110)$; $e^1 = (011)$ assez développée; (211) constante; $(\bar{2}11)$, $p = (001)$, (302) rares et mates.

	Observé.	Calculé.
(100) : (110)	= 67° 7′ *	—
(110) : ($\bar{1}$10)	= 45° 40′	45° 46′
(100) : (011)	= 75° 43′ *	—
(100) : ($\bar{2}$11)	=108° 0′	107° 27′
(100) : (211)	= 50° 55′	50° 47′
(011) : (0$\bar{1}$1)	= 81° 33′ *	—
(110) : (011)	= 45° 53′	45° 45′
($\bar{1}$10) : (011)	= 59° 33′	59° 36′
(100) : (001)	= 69° env.	70° 59′
(001) : ($\bar{3}$02)	= 33° env.	32° 8′

Clivage parfait et facile suivant h^1, imparfait suivant p.
Plan des axes optiques perpendiculaire au plan de symétrie g^1, incliné de 37° environ sur l'axe des z du côté de ($\bar{1}$00). Bissectrice aiguë positive parallèle à l'axe de symétrie; angle apparent des axes dans l'air 81° 30′ environ. Dispersion tournante bien marquée.

Densité : 1,728 ; 1,733. Moy. 1,730

L'analyse de ces cristaux[1] m'a donné les chiffres suivants :

	I	II	III	Moyenne
SO^3	35,65		35,52	35,59
Al^2O^3	11,20	11,40	11,61	11,40
Na^2O	7,09	7,22	7,06	7,12
Eau (par différence)	46,06		45,81	45,93
				100,04

Mon collègue, M. le professeur Denys Monnier, a bien

[1] Les cristaux analysés avaient été mesurés au goniomètre.

voulu charger M. Welten de faire directement la détermination de l'eau. Par une calcination ménagée, M. Welten a obtenu :

Eau 46,68 % et 46,82 %

La formule qui satisfait le mieux aux résultats de l'analyse semble être :

$$Na^2OSO^3 + Al^2O^2\ 3\ SO^3 + 23\ H^2O$$

on a en effet :

	Alun à 23 H^2O.	Observé.	Alun à 24 H^2O.
SO^3	35,60	35,59	34,89
Al^2O^3	11,46	11,40	11,24
Na^2O	6,90	7,12	6,76
H^2O	46,04	46,75	47,11
	100,00	100,86	100,00

En terminant je tiens à remercier MM. Monnier et Welten de l'aide obligeante qu'ils m'ont prêtée.

Genève, octobre 1883.

LA THÉORIE DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CHIMIQUES

OBSERVÉS PAR M. GUÉBHARD

PAR

M. W. VOIGT

Dans une série d'articles qu'il a publiés pendant ces trois dernières années, M. Guébhard[1] a fait connaître un genre particulier d'expériences électro-chimiques qu'il caractérise de la manière suivante : — « Lorsqu'on place à très petite distance d'une découpure horizontale de métal très mince exactement limitée aux parois d'une auge électrolytique un assemblage quelconque d'électrodes cylindriques verticales, les anneaux colorés qui prennent naissance représentent avec une très grande approximation le système théorique de lignes équipotentielles que donnerait l'application directe de ces mêmes électrodes sur un plan conducteur pris entre les mêmes limites.

« Quelques précautions expérimentales rendent l'approximation au moins égale à celle des meilleurs dessins et rien ne saurait faire obstacle désormais à ce qu'un procédé qui a subi le contrôle de tous les faits connus serve

[1] A. Guébhard, *Compt. rend.*, *90*, p. 984 et 1124, 1880; *93*, p. 582 et 792, 1881; *94*, p. 437, l. 851, 1882. *Journal de phys.* (2), *1*, p. 205, 1882. *L'Électricien*, 1882.

à résoudre empiriquement ceux qui échappent aux ressources de l'analyse. »

La conclusion que M. Guébhard tire des résultats de ses expériences, savoir que les lignes isochromatiques coïncident avec les lignes équipotentielles résultant du flux de l'électricité dans une plaque métallique, ne saurait résister à un sérieux examen, car il est évident que l'action chimique du courant est indépendante de la valeur absolue du potentiel de la plaque métallique. Les expériences de M. Guébhard sont toutefois si élégantes et si simples que leur développement théorique nous paraît présenter quelque intérêt. Nous comparerons les résultats de cette étude aux conclusions de M. Guébhard.

Les lignes isochromatiques obtenues par le procédé indiqué ci-dessus, de même que les anneaux de Nobili [1], dont Riemann [2] a établi la théorie, représentent les lieux de même densité de flux électrique.

La formation des anneaux ne saurait être attribuée à la propagation de l'électricité dans la plaque métallique, car la conductibilité de celle-ci est si considérable relativement à la conductibilité du liquide qu'il ne peut se produire aucune différence sensible de potentiel dans ses différentes parties, même lorsque la lame est très mince. Quelle que soit d'ailleurs l'importance qu'il paraît attribuer à la faible épaisseur de la plaque métallique, M. Guébhard cite un fait en contradiction directe avec cette opinion. Il rapporte en effet [3] qu'il a obtenu ces mêmes

[1] Nobili, *Biblioth. univ. de Genève*, 33, p. 302; 34, p. 194; 35, p. 261, 1879. Nobili a employé quelquefois, comme M. Guébhard, plus de 2 électrodes.

[2] Riemann, *Pogg. Ann.*, 95, p. 130. 1855.

[3] *L'Électricien*, 1882, en note.

anneaux sur une plaque en laiton de 18 cm. de long sur 10 de large et de 4 millim. d'épaisseur; ce qui prouve suffisamment que l'épaisseur de la plaque n'exerce aucune influence sensible sur les phénomènes.

Dans les considérations ultérieures, je négligerai donc, à l'exemple de M. Riemann, les variations du potentiel dans l'intérieur de la plaque métallique.

Avant de procéder au développement théorique des expériences de M. Guébhard, je crois utile de résumer rapidement les points essentiels du problème de la propagation de l'électricité dans une lame de faible épaisseur.

Les lignes équipotentielles dans une plaque sont représentées par la formule

$$U = C$$

lorsqu'on désigne par C une constante arbitraire et par U une fonction uniforme et continue qui satisfait à l'équation

$$\frac{d^2U}{dx} + \frac{d^2U}{dy} = o$$

pour tous les points de la plaque. La fonction U ne devient infinie qu'aux points d'arrivée et de sortie du courant où elle croît comme le logarithme de la distance à ces points. Pour les bords de la plaque on a d'ailleurs

$$\frac{dU}{d\nu} = o$$

où ν est la normale à l'élément du bord de la plaque.

Lorsque la plaque se compose de plusieurs métaux différents, on a le long de la ligne de contact des parties h et k

$$U_h - U_k = E_{hk}$$

si l'on désigne par E_{hk} une constante, et (en prenant la normale toujours dans le même sens)

$$\Delta_h \varkappa_h \frac{dU_h}{d\nu} = \Delta_k \varkappa_k \frac{dU_k}{d\nu}$$

en désignant par Δ_h l'épaisseur de la portion *h* de la plaque, et par $\varkappa_h$ sa conductibilité.

On peut déduire de ces formules quelques propriétés générales des lignes équipotentielles. Ces lignes forment des courbes fermées, disposées autour des points d'arrivée et de sortie du courant.

Dans le voisinage immédiat de ces points, les anneaux sont circulaires, dans les parties plus éloignées les lignes équipotentielles s'étendent d'un bord de la plaque à l'autre en coupant le bord à angle droit.

Si la plaque est formée de métaux différents, le paramètre C augmente subitement de E_{hk} au point de transition et les lignes de force qui traversent la ligne de contact changent brusquement de direction. Cette déviation a pour expression

$$\operatorname{ctg}(U_h, \nu) : \operatorname{ctg}(U_k, \nu) = \Delta_h \varkappa_h : \Delta_k \varkappa_k$$

si l'on désigne par $(U_h \nu)$ et par $(U_k \nu)$ les angles compris entre les lignes équipotentielles et la normale au point de transition de la portion *h* dans la portion *k* de la plaque métallique. Tels sont les caractères essentiels des lignes équipotentielles.

On obtient d'autre part les expressions relatives aux anneaux de M. Guébhard de la manière suivante :

Soit V une fonction uniforme et continue dans toute l'étendue du liquide, qui ne devient infinie qu'aux points d'arrivée et de sortie du courant, où elle croît en raison inverse de la distance à ces points[1]. Supposons que cette fonction V satisfasse à la condition

$$(1) \qquad \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = o,$$

qu'elle donne pour le fond du vase : $(z = o)$,

$$(2) \qquad V = o$$

et pour la surface du liquide $(z = \delta)$

$$(3) \qquad \frac{dV}{dz} = o$$

et enfin pour les parois du vase

$$(4) \qquad \frac{dV}{dn} = o.$$

L'expression $\left(\frac{dV}{dz}\right)_{z=o} = C$ représentera alors les lignes de même densité de flux électrique sur la plaque métallique formant le fond du vase. Celle-ci étant une surface équipotentielle, le flux électrique y pénétrera normalement.

Les lignes isochromatiques de M. Guébhard auront donc pour expression

$$\left(\frac{dV}{dz}\right)_{z=o} = W(x, y) = K.$$

[1] L'arrangement de ces points est indifférent ; ils peuvent être solés ou réunis par groupes de forme quelconque.

On peut déduire facilement de cette expression les propriétés générales de ces lignes. Remarquons à cet effet que $V = o$ représente la surface de niveau qui coïncide avec la plaque métallique; une valeur infiniment petite de V représentera une surface de niveau très voisine de la plaque, dont l'expression est

$$\left(\frac{dV}{(dz)}\right)_{z=o} . \delta z = k$$

δz étant la distance qui sépare les deux surfaces de niveau. Les lignes $W(x, y) = K$ étant aussi définies par la formule $\delta z = C$, il en résulte que ces lignes doivent être des courbes fermées, ou qu'elles doivent s'étendre d'un bord de la plaque à l'autre bord en coupant ceux-ci à angle droit. Cette dernière propriété peut aussi se déduire immédiatement de la formule 4.

En différentiant par rapport à z et en posant $z = o$, on a en effet

$$\frac{dW}{dn} = o$$

La ligne la plus voisine de l'électrode n'est pas nécessairement un cercle, ce peut être une ellipse et le centre de cette courbe ne se trouve généralement pas au pied de la normale à la plaque qui passe par le point d'arrivée du courant, mais dans un autre point déterminé par les équations

$$\frac{dW}{dx} = o \qquad \frac{dW}{dy} = o.$$

Si le fond du vase est formé par plusieurs plaques de substances différentes, le potentiel ne s'annulera pas par-

tout pour $z = o$, mais, dans chaque partie homogène de la plaque, il aura une valeur constante différente. On l'égalera dans ce cas à la valeur V déduite précédemment, à laquelle on ajoutera une fonction V', satisfaisant à la fois à la formule fondamentale 1), aux équations 3) et 4), et à la condition $V' = C_h$ pour $z = o$ dans la portion h de la plaque. V' représente alors le potentiel résultant du contact des métaux entre eux et avec le liquide.

Les courbes d'égale densité de flux électrique prennent alors la forme indiquée par l'expression

$$\left(\frac{d(V + V')}{dz}\right)_{z=o} = W + W' = K.$$

Pour en déterminer la direction au delà des limites de la portion h, je prends un système de coordonnées dont les axes ν et σ sont perpendiculaires et parallèles à un élément quelconque de la ligne de contact entre h et k. V variant d'une manière continue entre des points situés de part et d'autre de la ligne de contact (hk), on aura

$$\frac{dW_h}{d\nu} = \frac{dW_k}{d\nu}, \quad \frac{dW_h}{d\sigma} = \frac{dW_k}{d\sigma}$$

et

$$\operatorname{ctg}(W_h, \nu) = -\frac{\frac{dW_h}{d\sigma} + \frac{dW'_h}{d\sigma}}{\frac{dW_h}{d\nu} + \frac{dW'_h}{d\nu}}, \quad \operatorname{ctg}(W_k, \nu) = -\frac{\frac{dW_k}{d\sigma} + \frac{dW'_k}{d\sigma}}{\frac{dW_k}{d\nu} + \frac{dW'_k}{d\nu}}$$

Or, la fonction W' devient nécessairement infinie à la limite hk, car on a une différence finie de potentiel le long de la ligne de contact. La densité du flux électrique varie

donc d'une quantité finie dans un élément infiniment petit et l'on a

$$\frac{dW'_h}{d\nu} = \frac{dW'_k}{d\nu} = \infty.$$

Aussi longtemps que W_h a une valeur finie, c'est-à-dire que les électrodes sont à une distance finie de la plaque on aura donc :

$$< W_h\wedge = < W_k\nu = \frac{\pi}{2},$$

ce qui revient à dire que *les lignes isochromatiques s'étendent parallèlement à la ligne de contact des métaux* à une distance très petite de celle-ci.

Si, contrairement à ces conclusions, M. Guébhard a pu observer la réfraction mentionnée ci-dessus à propos des courbes équipotentielles, on ne saurait s'expliquer ce fait que parce que les plaques métalliques dont il s'est servi n'étaient pas réunies par une soudure, mais simplement juxtaposées et que le contact des métaux était par conséquent très imparfait [1]. Dans ce dernier cas, en effet, la densité du flux électrique ne devenant pas infinie à la limite, les lignes pourraient s'étendre au delà de la ligne de contact.

On peut toutefois observer la réfraction dans un autre cas que M. Guébhard n'a pas signalé. Dans ce but, il suffit d'employer deux liquides différents séparés par une cloison poreuse, placée verticalement au-dessus d'une plaque métallique simple.

On aura alors pour les points de la cloison

[1] Guébhard, *Journ. de phys.* (2), I, p. 217. 1882.

$$V_h - V_k = E_{hk} \quad \text{et} \quad \varkappa_h \frac{dV_h}{d\nu} = \varkappa_k \frac{dV_k}{d\nu},$$

d'ailleurs

$$W_h = W_k, \frac{dW_h}{d\sigma} = \frac{dW_k}{d\sigma}$$

et enfin l'équation

$$\varkappa_h \frac{dW_h}{d\nu} = \varkappa_k \frac{dW_k}{d\nu}$$

qui exprime la loi de la réfraction indiquée plus haut. Les coefficients de conductibilité des métaux sont remplacés ici par les coefficients de conductibilité des liquides employés.

Ces considérations théoriques n'excluent d'ailleurs aucunement la possibilité d'une certaine analogie entre les lignes de M. Guébhard et les lignes équipotentielles de Kirchhoff. L'examen de quelques cas particuliers démontre cependant le caractère différent de ces phénomènes.

Je suppose d'abord une couche liquide d'une épaisseur δ s'étendant indéfiniment de tous les côtés et dans laquelle le courant arrive simultanément en plusieurs points $\alpha_h \beta_h \gamma_h$ par des électrodes p_h,

La fonction V sera une fonction uniforme et continue pour tous les points du liquide, à l'exception des points d'arrivée p_h où elle deviendra infinie, comme la valeur inverse de la distance à ces points.

On aura d'ailleurs la condition

$$(1) \qquad \frac{d^2V}{dx^2} + \frac{d^2V}{dy^2} + \frac{d^2V}{dz^2} = o$$

dans toute l'étendue du liquide et pour les limites :

$$(2) \qquad \overline{V = o}^{\,z=o}, \qquad\qquad (3) \qquad \overline{\frac{dV}{dz} = o}^{\,z=\delta}.$$

On satisfait aux deux premières conditions en égalant V au potentiel total de toutes les masses électriques m_h placées aux points p_h à l'intérieur du liquide et d'un nombre quelconque de masses arbitraires disposées à l'extérieur du liquide. Pour satisfaire aux conditions 2 et 3, on supposera les masses extérieures aux lieux des images des points p_h par rapport aux plans $z = o$ et $z = \delta$ en donnant aux masses réfléchies par le plan $z = o$ le signe contraire des masses réelles et en conservant le signe aux masses réfléchies par le plan $z = \delta$. On aura ainsi pour les images d'un tel système que je désignerai par P_h les relations suivantes entre les masses et les coordonnées de leurs lieux :

$$\begin{array}{llll} & z = \gamma_h, \quad + m_h & & \\ z = -\gamma_h, & -m_h\,; & z = 2\delta - \gamma_h, & + m_h \\ \;\; = -2\delta + \gamma_h, & -m_h\,; & \;\; = 2\delta + \gamma_h, & - m_h \\ \;\; = -2\delta - \gamma_h, & +m_h\,; & \text{etc.} & \end{array}$$

Si l'on pose $\rho_h^2 = (x - \alpha_h)^2 + (y - \beta_h)^2$, on aura pour le potentiel de ce système de masses P_h par rapport au point $x\,y\,z$:

$$m_h \Bigg[\frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (\gamma_h - z)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (\gamma_h + z)^2}}$$

$$+ \sum_1^\infty {}_k (-1)^k \Bigg(\frac{1}{\sqrt{\rho^2 + (2k\delta + \gamma_h - z)^2}} + \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + (2k\delta - \gamma_h + z)^2}}$$

$$- \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + (2k\delta - \gamma_h - z)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + (2k\delta + \gamma_h + z^2)}} \Bigg) \Bigg]$$

ou encore

$$m_h \sum_{-\infty}^{+\infty} {}_k (-1)^k \left(\frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (2k\delta + \gamma_h - z)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (2k\delta - \gamma_h - z)^2}} \right)$$

M. Riemann a indiqué la transformation de cette somme[1], dont je désignerai la valeur par $\Phi_h\ m_h$. On obtiendra le potentiel total pour une plaque infinie en faisant la somme de toutes les expressions semblables relatives aux n points d'arrivée du courant

$$V = \underset{h}{S} m_h \Phi_h$$

On a d'ailleurs entre les coefficients m_h de ces sommes des relations déterminées par la manière dont les points p_h sont reliés entre eux et avec la pile. Quand la plaque métallique ne reçoit pas directement le courant par le contact d'une électrode, on a toujours

$$\underset{h}{S} m_h = o$$

Lorsque le liquide est limité latéralement par des parois perpendiculaires à la plaque, on a en outre pour tous les points très voisins des parois

(4) $$\frac{dV}{dn} = o$$

n étant la normale à la paroi du vase.

Lorsque la projection des parois sur la plaque est une figure limitée par des droites, on peut souvent ramener ce cas particulier au cas général où le liquide n'est pas

[1] Riemann, *Pogg. Ann.*, 95, p. 130. 1855.

limité en faisant sur la distribution des masses quelques suppositions spéciales afin de rendre $\frac{dV}{dn} = o$.

Il suffit pour cela de supposer de nouveaux systèmes de masses P_h semblables à celui que nous avons décrit plus haut et disposé perpendiculairement au plan $z = o$, aux lieux mêmes des images des points p_h par rapport à la droite qui limite la plaque métallique. Ce procédé peut être employé dans tous les cas où aucune des images obtenues par la réflexion répétée des points p_h ne se forme dans le liquide. Dans les lieux de ces images on supposera toujours des masses égales à celles des points réfléchis et l'on obtiendra ainsi pour le potentiel total l'expression

$$(6) \qquad V = \underset{h}{S} m_h \underset{i}{S} \Phi_h^i$$

dans laquelle Φ_h^i se rapporte aux images de l'ordre i.

Le même procédé, convenablement modifié, peut aussi s'appliquer à d'autres cas analogues, par exemple au cas où l'on a, au-dessus d'une plaque métallique homogène, plusieurs liquides séparés par des parois poreuses verticales et planes. Les masses que l'on supposerait alors placées aux lieux des images des points P_h ne seraient plus égales aux masses réfléchies, mais devraient être déterminées par le calcul dans chaque cas particulier, suivant la formule 4.

Dans tous les cas où le liquide est limité par des surfaces courbes, on obtient des résultats d'une interprétation difficile. M. Riemann a traité le cas le plus simple. La supposition que la plaque se compose de différents métaux conduit le plus souvent à des expressions irréductibles. Je reviendrai donc à la discussion du problème simple pour

lequel nous avons établi l'équation 5. Les lignes de même densité de flux électrique se déduisent de la formule

$$K = \left(\frac{dV}{dz}\right)_{z\,=\,o}$$

ainsi que nous l'avons démontré.

Comme on a d'ailleurs

$$\Phi_h^i = \sum_{-\infty}^{+\infty}{}_k\,(-1)^k\left[\frac{1}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\delta + \gamma_h - z)^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\delta_h - \gamma_h - z)^2}}\right]$$

soit

$$\left(\frac{d\Phi_h^i}{dz}\right)_{z=o} = \sum_{-\infty}^{+\infty}{}_k\,(-1)^k\left[\frac{2\,k\delta + \gamma_h}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\,\delta + \gamma_h)^2}^{\,3}} - \frac{2\,k\delta - \gamma_h)^2}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\,\delta - \gamma_h)^2}^{\,3}}\right]$$

les courbes de même densité de courant sont déterminées par l'équation :

$$(7)\qquad K = \mathop{S}_{h} m_h \mathop{S}_{i} \sum_{-\infty}^{+\infty}{}_k\,(-1)^k\left[\frac{2\,k\delta + \gamma_h}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\,\delta + \gamma_h)^2}^{\,3}} - \frac{2\,k\delta + \gamma_h}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2\,k\,\delta - \gamma_h)^2}^{\,3}}\right]$$

En introduisant les mêmes dénominations dans l'expres-

sion relative aux lignes équipotentielles à l'intérieur d'une plaque métallique, limitée par les parois du vase, on a, en supposant le même système de points d'arrivée du courant

$$\text{(8)} \qquad C = \underset{h}{S} m_h \underset{i}{S} l\,(\rho_h^i)$$

On voit immédiatement que ces expressions sont loin d'être identiques. Dans le cas particulier où $\gamma_h = \delta$, c'est-à-dire où les points d'arrivée coïncident avec la surface, la formule 7 prend la forme :

$$K = \underset{h}{S} m_h \underset{i}{S} \sum_{o}^{\infty}{}_{k} (-1)^k \frac{4(2k+1)\delta}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + (2k+1)^2\delta^2}^{\,3}}$$

On obtient le cas le plus simple lorsque l'épaisseur de la couche du liquide est très considérable relativement à la distance des électrodes à la plaque métallique. Pour réaliser ces conditions dans la pratique, il est nécessaire d'isoler du liquide jusqu'à leur extrémité les fils conducteurs portant les électrodes. La formule devient alors

$$\text{(9)} \qquad K = 2 \underset{h}{S} m_h \gamma_h \underset{i}{S} \frac{1}{\sqrt{\rho_h^{i\,2} + \gamma_h^2}^{\,3}}$$

et pour tous les points situés à une distance un peu grande des électrodes

$$K = 2 \underset{h}{S} m_h \gamma_h \underset{i}{S} \frac{1}{\rho_h^{i\,3}}$$

Même dans des cas si simples, l'interprétation de cette équation est malaisée; on arrive toutefois en traitant des

exemples numériques, à la conclusion que les courbes représentées par cette formule s'écartent beaucoup des lignes équipotentielles de Kirchhoff.

Dans les considérations précédentes, nous n'avons pas tenu compte d'une circonstance importante qui occasionne parfois des écarts très sensibles entre la théorie et l'expérience. Il s'agit de la polarisation de la plaque, qui résulte de l'accumulation des substances séparées par le courant. Ce phénomène qui accompagne toujours la formation des anneaux colorés produit une variation dans le potentiel, de sorte qu'on ne peut plus admettre l'uniformité du potentiel dans toute l'étendue de la plaque, même dans les cas particulièrement favorables, où l'on opère avec un courant très fort.

Les lois de la polarisation n'étant pas encore suffisamment connues, il n'est guère possible d'en calculer l'influence dans le cas qui nous occupe. Le calcul approximatif suivant pourrait cependant présenter quelque intérêt, en nous fournissant les moyens de comparer à l'expérience les formules que nous venons de déduire.

Il résulte de quelques observations de Lenz, Neumann [1], etc., que, à partir d'une certaine densité de courant, la polarisation devient à peu près constante. Je supposerai donc que la densité du courant est supérieure à cette limite pour la plus grande partie de la plaque. Peu de temps après l'établissement du courant, la valeur du potentiel ne varie donc plus sensiblement à un même point de la plaque [2]. Dans tous les points où la densité du courant (dont l'expression est $-\varkappa \frac{dV}{dz}$) est négative, le potentiel

[1] Lenz, *Pogg. Ann.*, 59, p. 203. 1842. F. Neumann selon Wild, *Zürcher Vierteljahrschr.*, 2, p. 213. 1857.

[2] Voir à ce sujet Edlund, *Pogg. Ann.*, 85, p. 269. 1857.

a une valeur négative et vice versa. A quelque distance de la ligne où a lieu le changement de signe, la valeur du potentiel est constante. Le potentiel varie d'une manière continue à partir de cette limite lorsqu'on se rapproche de la ligne de transition. Je supposerai que le potentiel, au lieu de varier d'une manière continue entre ces limites, reste constant dans toute l'étendue des aires où la densité du flux a le même signe, et passe brusquement d'une valeur à l'autre à la ligne de transition.

Pour les points situés à quelque distance de ces limites, qui seuls entrent en ligne de compte, cette supposition ne modifie aucunement les résultats, puisque les anneaux colorés ne s'étendent que dans la région de la plaque où la densité du courant a une valeur sensible. On reconnaît aisément que dans tous les cas où l'on fait usage d'électrodes de même nature (en reliant la plaque avec l'un des pôles de la pile), la polarisation n'exerce aucune influence sur les phénomènes et que l'on peut donc appliquer immédiatement les formules indiquées plus haut[1]. L'effet de la polarisation ne devient sensible que lorsqu'on emploie des électrodes de nature différente.

La forme la plus simple sous laquelle se présente le problème peut s'obtenir en disposant les électrodes de telle façon au-dessus de la plaque que les parties du plan où la densité du flux électrique est positive soient séparées par une droite des parties où la densité a le signe contraire. La polarisation changera de signe aux mêmes points que la densité du flux. Je prends la droite le long de laquelle ce changement a lieu pour l'axe des y. J'ob-

[1] Le cas traité par Riemann est le plus simple; ses formules sont confirmées par les observations de M. Beetz, *Pogg. Ann.*, 97, p. 22, 1862, bien qu'il n'ait pas tenu compte de la polarisation.

tiens alors la solution générale V en ajoutant à la valeur V trouvée plus haut une fonction V′ continue et uniforme pour tous les points du liquide. Cette fonction qui représente l'effet de la polarisation doit satisfaire aux conditions suivantes : $\Delta V' = o$,

$$\text{pour } z = \delta \qquad \frac{dV'}{dz} = o,$$

$$\text{pour } z = o \qquad x > o \quad V' = c$$
$$x < o \quad V' = -c.$$

Lorsque la hauteur δ du liquide est assez considérable relativement à la distance des électrodes à la plaque pour qu'on puisse la supposer infinie, la fonction V′ prend la la forme

$$V' = \frac{2c}{\pi} \operatorname{arc\,tg} \frac{x}{z} \cdot$$

ce qui donne

$$W' = -\frac{2c}{\pi x}$$

et l'on obtient ainsi l'équation générale des lignes isochromatiques.

$$(10) \qquad W = W - \frac{2c}{\pi x} = K$$

Cette formule n'est rigoureuse que pour les points assez éloignés de l'axe des y. Il est facile de voir que le terme W′ indique un déplacement des lignes isochromatiques dans un sens perpendiculaire à l'axe des y. Ce déplacement symétrique par rapport à l'axe des y ne modifie

d'ailleurs que très peu la forme des lignes voisines des électrodes.

Je donnerai encore la solution du problème pour le cas suivant, également facile à réaliser dans les expériences. Supposons que les électrodes soient groupées de façon que la densité du flux électrique conserve le même signe dans chacun des espaces angulaires de la plaque limités par deux droites perpendiculaires entre elles, et qu'elle change alternativement de signe d'un cadran à l'autre. (On peut réaliser ces conditions en plaçant les électrodes aux quatre angles d'un rectangle.)

On a alors par V' les conditions

pour $z = o$	$x > o$	$y > o$	$V' = c$
	$x < o$	$y > o$	$V' = -c$
	$x < o$	$y < o$	$V' = c$
	$x > o$	$y < o$	$V' = -c$

La fonction suivante satisfait à ces conditions

$$V' = \frac{2c}{\pi} \operatorname{arc\,tg} \frac{xy}{z\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

donc

$$V = \mathrm{V} + \frac{2c}{\pi} \operatorname{arc\,tg} \frac{xy}{z\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

et l'équation des lignes isochromatiques devient

$$(11) \qquad W = \mathrm{W} - \frac{2c}{\pi xy}\sqrt{x^2 + y^2} = \mathrm{K}$$

Ces formules ne sont pas applicables lorsque le liquide

n'a qu'une petite profondeur. Les expressions suivantes que je dois à l'obligeance de M. H. Weber se rapportent à ce dernier cas, lorsque la plaque métallique peut être considérée comme infinie et que l'axe des y sépare les points de densités opposées.

$$V' = \frac{2c}{\pi} \operatorname{arc\,tg} \left(\frac{e^{\frac{\pi x}{2\delta}} - e^{-\frac{\pi x}{2\delta}}}{2 \sin \frac{\pi z}{2\delta}} \right)$$

et l'équation des courbes isochromatiques

$$(12) \qquad W = \mathrm{W} - \frac{2c}{\delta \left(e^{\frac{\pi x}{2\delta}} - e^{-\frac{\pi x}{2\delta}}\right)}$$

Dans un prochain mémoire, nous comparerons les résultats de cette étude avec ceux que fournit l'expérience.

Kœnigsberg, juillet 1882.

SUR UNE

APPARENCE SINGULIÈRE

OBSERVÉE A LA SURFACE DU SOLEIL

LE 14 SEPTEMBRE 1883

PAR

M. H. RAPIN
Anc. pasteur.

Le 14 septembre, entre 5 h. et 5 h. 15^m après midi, à Lausanne, le ciel était pur, avec quelques strati et un peu de brume à l'horizon. Les jours précédents, j'avais suivi les transformations d'une grande tache solaire à noyaux multiples, et qui mesurait un peu plus d'une minute d'arc de longueur totale, c'est-à-dire en y comprenant la pénombre. Dans l'après-midi du 14, je me remis à l'observation du même objet, à l'aide d'une lunette de 55^{mm} d'ouverture, de Marc Secretan, à Paris, munie d'un oculaire astronomique donnant un grossissement de 90 fois, et d'un verre plan, teinte neutre, interposé entre l'oculaire et l'œil.

Je reconnus la tache observée les jours précédents; elle se trouvait un peu au delà de la moitié du disque solaire, mais encore assez éloignée du bord pour ne pas paraître sensiblement rétrécie. Il était 5 h. et quelques minutes (h. de Berne.)

A l'exception de la forme et de la disposition des noyaux, qui avaient changé depuis les dernières observations, bien qu'entourés toujours d'une seule et même



Apparence observée le vendredi 14 sept. entre 5 h. et 5 $^1/_4$ h. sur le disque du soleil, près d'une tache étudiée dès le 9 du même mois.

pénombre, la tache ne semblait offrir aucune particularité méritant d'être notée, lorsque je vis, à ma très grande surprise, comme une fumée sombre s'élever d'un petit noyau latéral, puis s'épanouir en une sorte de nuage, dont le développement rapide pouvait être comparé, soit au développement de masses nuageuses de teinte brunâtre ou rousse, soit au tremblement général du feuillage d'un arbre légèrement agité par le vent.

Après une minute peut-être, car le temps ne fut pas noté, le nuage sombre parut s'affaiblir, puis augmenter de nouveau d'intensité, sans reprendre tout à fait sa teinte foncée primitive. Au bout d'environ deux minutes, et lorsque le phénomène durait encore, je dus quitter la lunette, et le soleil ne tarda pas à entrer dans la brume de l'horizon, ce qui m'empêcha de reprendre l'observation, mais je notai aussitôt après les remarques suivantes :

Le développement du nuage a été très rapide, et presque instantané.

Le nuage était beaucoup plus foncé que la pénombre, et de teinte très différente ; il était absolument impossible de faire ici aucune confusion ; formes et nuances différaient complètement.

A mesure que le nuage s'épanouissait, la teinte en devenait moins foncée, comme cela arrive pour une fumée qui se diffuse. La forme générale était celle d'un arbre dont le feuillage aurait été roux, plus foncé vers le bas, et dont le tronc, peu épais, aurait été noir.

Tout à fait surpris, je cherchai pendant l'observation même, à me rendre compte de ce que je voyais. Je pensai à la possibilité d'illusions; je déplaçai l'image dans le champ de vue, mais aucun changement ne se manifesta dans le rapport des différentes parties de cette curieuse apparence qui était pourtant là, très nette devant mon œil. Je cessai et repris à plusieurs fois l'observation, dans la pensée de découvrir s'il y avait quelque anomalie momentanée de l'œil ; mais l'image demeurait la même.

Je disposais d'un excellent réfracteur de 4 pouces, mais le temps me manqua pour m'en servir comme d'un moyen de contrôle.

Les noyaux ont été dessinés lors de l'observation ; l'apparence nuageuse et la pénombre l'ont été plus tard, de mémoire, mais avec le souvenir net et sûr de l'aspect présenté par l'apparence nuageuse ; le dessin de la pénombre offre un peu plus d'incertitude.

Mon *impression* fut que j'avais sous les yeux une véritable éruption de matières solaires. Cependant, une même apparence pourrait aussi résulter d'un mouvement inverse des gaz, de l'extérieur à l'intérieur, mouvement accompagné d'une condensation, visible premièrement dans le voisinage du noyau, à cause du plus grand rapproche-

ment des particules opaques. Malgré l'énorme vitesse que peut prendre le mouvement des gaz dans le voisinage de la surface du soleil, la presque instantanéité de l'apparition du phénomène serait plus explicable dans l'hypothèse d'une condensation faite aux dépens de quelque matière contenue dans les protubérances, que dans celle d'une éruption de substances déjà condensées.

Il serait intéressant de savoir si quelques astronomes ont observé le soleil le 14 septembre, durant l'intervalle compris entre 5 h, et 5 h. $^1/_4$, heure de Berne. Pour les astronomes de New-York, Washington, New-Jersey, Cambridge (U. S.), c'était le milieu du jour, et le soleil, si le ciel était clair, se présentait plus avantageusement que chez nous, soit pour la précision des observations, soit pour leur durée. C'est dans le but d'attirer l'attention sur un fait peut-être nouveau, que l'on s'est décidé à publier l'observation précédente, malgré tout ce qu'elle offre d'incomplet, en raison des circonstances spéciales au milieu desquelles elle a été faite.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

A. BREZINA, KRYSTALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN... RECHERCHES CRISTALLOGRAPHIQUES SUR DES SÉRIES HOMOLOGUES ET ISOMÈRES. 1re partie, Vienne, Carl Gerold's Sohn, 1884.

M. Brezina vient de publier dans un volume de 360 pages environ, la première partie d'un travail de cristallographie chimique qui a été couronné par l'Académie des sciences de Vienne. Sans attendre la publication, prochaine, nous l'espérons, de la 2me partie qui contiendra les résultats des recherches expérimentales proprement dites, nous désirons attirer l'attention sur ce premier volume consacré à l'étude détaillée et pratique des méthodes d'observation et de calcul employées en cristallographie.

L'auteur y traite avec une compétence indiscutable toutes les questions relatives à la mesure des angles ; description des instruments goniométriques, erreurs systématiques et accidentelles que comporte leur emploi, théorie détaillée des lunettes qui entrent dans leur construction, en tenant compte de la marche des rayons dans l'œil. Le reste du volume renferme les procédés généraux de calculs cristallographiques. Ce chapitre, un peu long peut-être en quelques endroits, a d'autre part le mérite d'être clair et aussi pratique que le sujet le comporte. On y trouve en particulier des exemples numériques de déterminations de cristaux, et, ce qui est plus utile encore, des instructions et des schemas détaillés relatifs à la manière d'exécuter le plus rapidement et le plus sûrement possible les calculs qui se présentent habituellement.

Ces instructions, aussi bien que l'étude approfondie des erreurs expérimentales, nous paraissent combler une lacune

pour les physiciens comme pour les cristallographes, et assurer à l'ouvrage de M. Brezina une place spéciale et importante parmi les autres traités de cristallographie. C. S.

CHIMIE

Hans Walder. Acide ortho β-oxynaphtoylbenzoïque (*Berichte*, XVI, p. 299. Zurich).

Le β-dinaphtol en solution alcaline est oxydé par le permanganate de potasse, on obtient un acide monobasique $C_{18}H_{12}O_4$ donnant facilement des sels, des éthers et un dérivé monacétylé; cet acide, traité par la potasse en fusion, donne du β-naphtol et de l'acide phtalique; on a donc la réaction

$$C_6H_4\begin{array}{l}\diagup CO-C_{10}H_6OK\\ \diagdown CO_2K\end{array} + KOH = C_6H_4\begin{array}{l}\diagup CO_2K\\ \diagdown CO_2K\end{array} + C_{10}H_7OK.$$

L'acide ortho β-naphtoylbenzoïque traité par l'acide iodhydrique fumant et le phosphore à 200° donne l'acide ortho β-naphtoyltoluilique

$$\begin{array}{l}CO_2H\\ |\\ C_6H_4\\ |\\ CH_2-C_{10}H_6OH\end{array}$$

et par le chlorure de zinc à une température élevée on obtient un acide probablement kétonique qui doit avoir pour formule

$$O\begin{array}{l}\diagup C_{10}H_6-CO-C_6H_4-COOH\\ \diagdown C_{10}H_6-CO-C_6H_4-COOH.\end{array}$$

B. Lachowicz. Action des chlorures de phosphore sur la phénanthrenquinone (*Berichte*, XVI, p. 330. Berne).

Le pentachlorure de phosphore réagit vivement sur la phé-

nanthrenquinone et on obtient un produit de substitution dichloré

$$\begin{array}{l} C_6H_4—CO \\ |\qquad\quad | \\ C_6H_4—CO \end{array} + PhCl_5 — \begin{array}{l} C_9H_4—CCl_2 \\ |\qquad\quad | \\ C_6H_4—CO \end{array} + PhOCl_3$$

Il ne faut employer qu'un équivalent de $PhCl_5$. Le nouveau produit fond à 165° en se carbonisant partiellement, il est soluble dans le benzol et le chloroforme, et se comporte comme la phénanthrenquinone vis-à-vis des acides et des alcalis; il se produit de l'acide diphénique.

Le trichlorure de phosphore agit aussi sur la phénanthrenquinone et l'on obtient une substance facilement décomposable qui sera étudiée plus tard.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 15 novembre 1883.

M. le président se fait l'organe des regrets causés au sein de la Société par la mort de M. Pierre-Théophile Riess, son membre honoraire, décédé le 22 octobre.

M. le prof. Schiff a étudié un exemplaire de l'*accacia dealbata* au point de vue du mouvement périodique que l'on observe dans le feuillage de cet arbuste. Ce mouvement des feuilles se produit régulièrement deux fois par jour, vers 3 et 4 heures du soir et entre 7 et 9 heures du matin. M. Schiff a cherché si la production de ce phénomène était liée à l'existence d'un courant électrique. Pour cela il a fixé une électrode impolarisable contre le tronc, à l'origine d'une jeune branche encore verte, l'autre au bout des branches près des feuilles. On constate de la sorte dans la journée un courant allant du tronc vers les feuilles. Ce courant toutefois se produit avant le mouvement des feuilles, il ne l'accompagne pas. Au moment où les feuilles s'ouvrent il se produit seulement de faibles oscillations positives du courant, lorsque les feuilles se ferment le courant se trouve en diminution et devient un peu plus rapide au moment de la fermeture. L'intensité du courant peut être évaluée à $^{12}/_{10000}$ Daniell, les oscillations sont en moyenne $^{3}/_{10000}$ Daniell. Le courant est augmenté lorsque l'évaporation augmente, lorsque par exemple le pied de l'arbuste est dans l'ombre tandis que le sommet est au soleil. Dans l'opinion de M. Schiff il n'existe pas de courants propres dans la plante, mais les courants qu'on observe ici sont le résultat de l'action capillaire. Il continuera ces observations lorsque la plante qui est entrée dans la mue des feuilles se trouvera en meilleures conditions. Il exposera la méthode dont il s'est servi pour éviter l'influence de l'évaporation du liquide des électrodes et des variations

magnétiques diurnes. Les difficultés émanant de ces variations sont toujours les plus grandes et les plus dangereuses qui s'opposent à des recherches de cette nature et même l'observation simultanée de *deux* galvanomètres n'a pas pu les vaincre complètement.

M. le docteur LOMBARD montre à titre de curiosité un rameau de néflier portant simultanément une fleur et un fruit.

M. le prof. Louis SORET annonce d'après une lettre de M. le prof. Humbert qu'un fort orage a sévi sur le canton de Neuchâtel le 10 novembre à peu près en même temps que celui qui a éclaté dans le bassin du lac Léman. La foudre est tombée dans le Val-de-Travers.

Séance du 6 décembre.

M. Émile GAUTIER, directeur de l'observatoire de Genève, donne quelques détails sur les modifications qu'il a fait subir au plan des observations météorologiques publiées par cet établissement [1].

M. Philippe PLANTAMOUR communique les résultats de la cinquième année de ses observations des mouvements périodiques du sol [2].

M. Gustave CELLÉRIER, astronome-adjoint, démontre une propriété élémentaire des paraboles du 3me degré. Étant donné un arc de courbe, on peut tracer entre ses ordonnées extrêmes une droite telle que la somme algébrique des différences entre les ordonnées de l'arc et les ordonnées correspondantes de la droite soit nulle et que la somme numérique de toutes ces différences soit un minimum.

Si les distances des ordonnées consécutives sont constantes et infinitésimales, la droite rencontre l'arc en deux points dont les ordonnées sont à égale distance des ordonnées extrêmes.

[1] Voyez plus loin page 107.

[2] Voyez pour cette communication le mémoire de M. Plantamour *Archives*, 1883, t. X, p. 616.

Cette distance est une fraction constante (0,211325) de la projection totale de l'arc, si l'on néglige, à partir de la 4me inclusivement, les dérivées supérieures de l'ordonnée de la courbe par rapport à l'abscisse.

Dans ce cas rentrent les paraboles du 3me degré exprimées par l'équation générale

$$y = \mathrm{A} + \mathrm{B}x + \mathrm{C}x^2 + \mathrm{D}x^3$$

où A, B, C, D sont quelconques.

M. le prof. Fol communique les résultats principaux de l'étude anatomique qu'il a faite d'un embryon humain de 5,6 mm. de longueur et d'un âge que l'on peut estimer à trois semaines révolues. Aucun embryon humain de cet âge n'a encore été l'objet d'une étude anatomique. La pièce, colorée au carmin, a été divisée en 164 coupes de $^1/_{50}$ de mm. d'épaisseur en moyenne. Toutes ces coupes ont été photographiées au même grossissement et les 164 clichés ont servi à reconstruire l'anatomie, en reportant les contours des principaux organes, par abscisses et ordonnées, sur des photographies de l'embryon entier, faites au même grossissement. Le sujet paraissait parfaitement normal et rien, dans son anatomie, ne montre que cette apparence fût trompeuse; néanmoins les reconstructions présentent avec celles, du reste si admirables, de M. His, sur plusieurs points, un désaccord qui ne semble pas pouvoir s'expliquer seulement par les différences d'âge des embryons étudiés. Voici du reste les principales particularités nouvelles que M. Fol a signalées : Les fentes branchiales, au nombre de trois, sont de forme très complexe; la seconde, comprise entre l'arc hyoïdien et le premier arc branchial, est positivement ouverte; la troisième descend en forme de poches sur les côtés de la trachée artère. Un sillon profond règne sur la ligne médiane du plancher de la bouche et s'étend en arrière jusqu'au bord postérieur de l'arc maxillaire. Ici il s'arrête brusquement et, du fond du sillon, part un cordon cellulaire qui s'élargit bientôt en une petite vésicule : C'est l'origine de la glande thyroïde. En arrière du sillon, le plancher de la bouche se soulève pour former la langue. Le lieu d'origine de la glande du goître se trouve donc en avant de la base de la langue. Chaque poumon n'existe encore qu'à l'état de petite vésicule arrondie. Un

léger renflement du tube digestif indique la position de l'estomac. Plus loin, un canal se détache de l'intestin pour se rendre dans le foie, et vis-à-vis de son point d'origine, se trouve un petit cœcum dirigé vers le côté dorsal et qui représente l'origine du pancréas. On n'avait pas encore rencontré cet organe, même chez des embryons de 7 mm. Plus bas encore, l'intestin envoie dans le cordon ombilical un canal vitello-intestinal. Il décrit ensuite une courbe et va aboutir au cloaque. Celui-ci est de forme triangulaire et se prolonge supérieurement dans l'ouraque, inférieurement dans un tube qui va, jusqu'à l'extrémité de la queue, se confondre avec les tissus de la moelle épinière. Les urétères débouchent au bord ventral du cloaque, et non pas à son côté dorsal, comme on l'a cru par erreur. La formation de la vessie urinaire devient ainsi beaucoup plus facile à expliquer.

Quant à son système circulatoire, cet embryon ne présente que deux arcs aortiques, dont le premier suit l'arc hyoïdien et le second le premier arc branchial. Les deux aortes descendantes se rejoignent au niveau du membre antérieur. Une artère impaire, qui n'a pas encore été signalée, part de l'aorte pour accompagner le conduit vitello-intestinal. Deux grosses veines ombilicales serpentent dans les parois du corps pour se jeter dans les sinus du foie. Là aussi se rend une veine impaire qui vient du conduit vitellaire. La grosse veine hépatique, jointe aux deux conduits de Cuvier se jette dans l'oreillette du côté gauche. Le cœur ne présente pas encore de trace de la division des deux loges primitives, en quatre loges.

M. Fol parle ensuite d'un autre embryon humain beaucoup plus jeune qui lui a été remis tout frais et encore renfermé dans des enveloppes intactes. Cet embryon mesurait 4 mm. 2 de longueur. Non seulement il n'était pas recourbé en forme de c, mais il présentait même, vers la limite entre la région dorsale et la région lombaire, une courbure en sens inverse, c'est-à-dire à convexité ventrale. Ce n'est pas la première fois que l'on a rencontré un embryon humain ainsi courbé, tandis que le fait n'a pas encore été observé chez les mammifères. Johannes Muller a dessiné un embryon tout semblable, mais un peu plus jeune que celui de M. Fol. La question est de savoir si cette courbure singulière est un fait

normal pour l'espèce humaine. Si l'on songe qu'elle se trouve toujours vis-à-vis du point d'attache de la volumineuse vésicule vitelline, qu'elle ne tarde pas à disparaître pour faire place à une courbure en sens inverse, si l'on tient compte de la mollesse de l'embryon à cette époque et de la traction possible de la part de la vésicule vitelline pendant les contractions utérines qui ont déterminé son expulsion, l'on sera plutôt tenté de considérer cette courbure à convexité antérieure comme un fait accidentel, un traumatisme, favorisé, il est vrai, par la conformation particulière de l'embryon à cette époque de son développement.

M. le prof. Schiff demande si l'embryon décrit en premier lieu présente un canal neurentérique et s'il est muni d'une queue véritable.

M. Fol répond que les tissus du tube digestif se soudent à ceux du tube médullaire à l'extrémité de l'appendice caudal, sans qu'il y ait de communication entre les canaux de ces deux organes. L'extrémité postérieure du corps présente, à cette époque, tout à fait l'aspect d'une queue, mais il n'y a pas de vertèbres surnuméraires. Les vertèbres ne sont même pas encore au complet; il n'y en a que 33. Il devra donc s'en former encore dans la région coccygienne.

M. Raoul Pictet a constaté cette année-ci encore en confirmation d'une observation antérieure de M. le professeur de Candolle, que les marronniers de la promenade des Bastions, qui avaient été les derniers à se feuiller au printemps, ont été aussi les derniers à perdre leurs feuilles cet automne. Le dernier qui soit resté feuillé était encore complètement vert le 18 novembre.

Séance du 20 décembre.

M. Raoul Pictet expose les principaux résultats des essais faits par l'Amirauté anglaise à Torquay, sur son nouveau modèle de bateau rapide. La théorie de ce nouveau bateau rapide a été précédemment présentée à la Société ainsi que les résultats des essais faits sur le lac de Genève [1]. Ces essais

[1] Voyez *Archives*, 1883, t. IX, p. 33.

n'ayant pas été poursuivis par suite de l'impossibilité d'obtenir avec la machine à vapeur placée sur le bateau, ou avec un bateau remorqueur une vitesse suffisamment grande, ont été repris dernièrement avec les bons offices de l'Amirauté anglaise dans ses chantiers spéciaux de Torquay. M. Pictet décrit d'abord sommairement les belles installations à l'aide desquelles on essaie à Torquay sur des modèles réduits, tous les types possibles de bateaux construits ou imaginés en tous pays. Ces dispositions consistent essentiellement en un chenal droit de 350^m de long, dans lequel les modèles de bateaux sont traînés à l'aide d'un chariot dynamométrique. Par une formule très simple on déduit de la vitesse du modèle la vitesse du grand bateau qui lui est absolument semblable, n étant le rapport des longueurs de ces deux bateaux on a en effet la vitesse du grand bateau en multipliant celle du modèle par $\sqrt{n}$. Les essais ont été faits avec cinq modèles réduits au $^1/_{14}$ et $^1/_{28}$ du bateau système Pictet construit par la *Société genevoise d'instruments de physique* et essayé sur le lac de Genève. Pour ces modèles réduits 400 pieds par minute équivalent à 27 kilomètres par heure, vitesse maximale réalisée avec le grand bateau. Les résultats obtenus sont traduits graphiquement au moyen d'une courbe dont les abscisses sont proportionnelles au nombre de pieds parcourus par minute, les ordonnées aux résistances indiquées par le dynamomètre. Les courbes ainsi obtenues à Torquay présentent une concordance parfaite avec celles qui résultent des essais faits sur notre lac. Jusqu'à 250 pieds par minute, la résistance des bateaux réduits de Torquay croissait suivant la formule du carré des vitesses. A partir de là, et pour des vitesses croissantes, le dynamomètre présentait un équilibre indifférent entre des limites équivalant au quart de la résistance totale. Ce fait singulier n'a pas pu être expliqué. A partir d'une vitesse de 36 à 38 kil. les résultats graphiques ne sont plus représentés par cette zone vague, mais redeviennent parfaitement définis déterminant une courbe formée d'un seul trait. Cette courbe s'abaisse faiblement, la résistance diminuant jusqu'à 58 kil. où elle arrive à être parallèle à l'axe des X.

Le bateau laissant derrière lui aux vitesses un peu grandes une dépression considérable, la forme de cette dépression a été relevée exactement à l'aide de gabaris et le bateau, muni ensuite à l'arrière d'un prolongement parabolique de paramètre moitié de celui de la dépression relevée, a réalisé une plus-value considérable. Si de la résistance totale on retranche la part due au frottement on obtient au lieu de l'horizontale une courbe descendante, c'est-à-dire que la résistance, abstraction faite du frottement, diminue. C'est donc la pleine confirmation de la théorie.

Avec une injection d'air sous le bateau la résistance peut être réduite d'$^1/_4$ à $^1/_8$ environ de l'effort total, suivant les vitesses, ce qui tient à la diminution de densité des couches d'eau en contact avec le bateau, lorsqu'elles sont ainsi transformées par les bulles d'air en une sorte d'écume. Les essais comparatifs avec les bateaux torpilleurs, système Tornikroff, ont été tout à l'avantage des modèles Pictet pour les grandes vitesses seulement. Les torpilleurs ont l'avantage aux petites vitesses, mais entre 30 et 35 kil. leur résistance augmente dans une proportion énorme. Dans ces essais il a été reconnu que les bateaux Pictet se soulèvent d'une manière très marquée, ils ne produisent alors presque plus de vagues, et le frottement devient à peu près la seule cause de résistance à ces vitesses maximales.

M. Schiff relate ses expériences sur la sensibilité des cordons antérieurs de la moelle épinière chez les vertébrés inférieurs. Chez les mammifères il a été bien établi que les racines antérieures (dont la fonction est la transmission du mouvement) possèdent cependant aussi une certaine sensibilité qui leur est communiquée par les racines postérieures. Cette sensibilité des racines antérieures n'a en revanche jamais pu être retrouvée chez les grenouilles et M. Schiff admet depuis 40 ans qu'il y a là une différence fondamentale entre les grenouilles et les vertébrés supérieurs. Mais d'autre part on a reconnu à diverses reprises que la sensibilité des grenouilles, toujours très vive à la périphérie du corps est souvent faible ou dissimulée dans les organes intérieurs et même dans les troncs nerveux, subit en tout cas des varia-

tions considérables suivant les saisons ou les circonstances dans lesquelles on les étudie, l'éthérisation plus ou moins complète qu'elles ont subie, etc..... Ainsi il peut arriver qu'il faille attendre 2 jours pour que la sensibilité de grenouilles éthérisées revienne complètement. Ces faits étant reconnus, M. Schiff entreprit de rechercher de nouveau si cette différence fondamentale, c'est-à-dire l'insensibilité des racines antérieures des grenouilles, existe réellement. Les expériences exécutées en été, en juin et juillet de l'année courante n'ont rien donné, dans cette saison la sensibilité des grenouilles est trop affaiblie. En mai et en dernier lieu en novembre et décembre, M. Schiff a opéré sur des grenouilles d'une sensibilité exquise et même dans les meilleures conditions il n'a pas eu des indices clairs et positifs d'une sensibilité des racines antérieures séparées de la moelle mais encore en relation avec les racines postérieures. Il a confirmé le même résultat en se servant d'une irritation unipolaire d'induction, qui permet d'isoler d'une manière presque absolue l'effet de l'irritation électrique.

Mais en se servant de la même méthode pour étudier la sensibilité des cordons antérieurs il a été frappé par un phénomène inattendu.

Les cordons antérieurs des mammifères qui comme les mêmes organes chez les grenouilles, ne transmettent que des impulsions motrices, *possèdent* un degré assez prononcé de sensibilité. C'est ce qui résulte des expériences de *Magendie* et depuis longtemps M. Schiff a pu confirmer ce fait pour les cordons antérieurs des chiens entourés de leur pie-mère et d'une partie de l'arachnoïde. Cette observation ne réussit pas toujours, car l'effet manque toutes les fois que l'animal est trop épuisé par le froid, par une hémorragie ou se trouve encore trop endormi par l'influence de la profonde anesthésie dans laquelle il a été plongé pendant la préparation, qui demande l'ablation de 4 à 5 arcs vertébraux.

Chez les mammifères cette sensibilité est due aux fibres qui viennent des racines postérieures et qui, hors de la moelle, s'accolent aux racines antérieures, si ces dernières sont coupées le cordon antérieur devient insensible. Il était donc à supposer que chez les grenouilles, chez lesquelles les

racines antérieures sont insensibles, le *cordon antérieur* serait privé de toute sensibilité, mais l'expérience a montré le contraire.

Lorsque après avoir détruit le cerveau d'une grenouille, pour anéantir la sensibilité consciente et le mouvement volontaire, on découvre la moitié caudale de la moelle en coupant tous les nerfs qui en sortent et qui vont en grande partie aux extrémités postérieures, et qu'on attend un peu pour permettre aux fonctions réflexes de la moelle de reprendre leur vigueur, on peut voir, sur des grenouilles très excitables, que toutes les irritations électriques faibles et *bien isolées* qu'on fait agir sur la partie caudale des cordons antérieurs produisent des mouvements réflexes dans les extrémités *antérieures.* Ces mouvements peuvent même se montrer dans le bulbe oculaire si la moelle allongée n'a pas souffert pendant la préparation. Il y a donc là une transmission *centripète.*

M. Schiff indique les expériences de contrôle qui prouvent qu'il ne s'agit pas dans ce cas de fibres qui transmettent directement une influence motrice de la partie postérieure du corps vers l'intérieure ou de fibres sensitives qui courent parallèlement à l'axe de la moelle dans les cordons antérieurs vers la moelle allongée. Il faut admettre l'existence de fibres sensibles, qui *indépendamment des racines* se rendent de l'intérieur de la moelle vers les cordons antérieurs pour les douer de sensibilité. Il y a là de vrais nerfs intracentraux, qui n'existent pas chez les mammifères, et dont l'existence constitue un principe inconnu jusque-là dans la physiologie du système nerveux. Si la nature cherche dans les différents types des vertébrés par des moyens variés selon les types à pourvoir de sensibilité les conducteurs centraux du mouvement, cette sensibilité paraît être d'une certaine importance pour leurs fonctions. L'anesthésie de ces conducteurs, si elle naît par une cause pathologique, devrait donc altérer ses fonctions. Nous touchons là une question qu'on pourrait chercher à résoudre par la spéculation, mais qui paraît être inaccessible à la science positive.

Les cordons latéraux de la moelle des grenouilles n'ont pas encore montré des traces de sensibilité.

M. le professeur Wartmann rend compte du travail de M. Crooks sur les propriétés spectrales de l'yttrium.

M. Pictet montre de grands cristaux de glace parallèles à la surface de congélation de l'eau qui se sont formés dans un baquet sous l'influence du froid produit par le rayonnement. C'est une nouvelle démonstration d'une propriété de la glace déjà signalée en 1869 à savoir qu'elle émet par rayonnement beaucoup plus de chaleur obscure que l'eau.

M. le prof. H. Fol communique un résumé des recherches que M. Niemiec a faites dans le laboratoire d'embryologie, sur la structure des ventouses d'un mollusque céphalopode, la *Sepiola rondeletii*. Leur conformation correspond d'une manière générale à celle que M. Girod (C. R. Acad. Sc. t. XCVII n° 3 et 5) décrit comme étant commune à tous les décapodes, mais les ventouses des bras longs et celle des 8 bras courts présentent des différences considérables qui n'ont pas été signalées, non plus que les formations que nous rencontrons ici dans les parties superficielles de l'organe.

Dans chaque ventouse l'on peut distinguer trois parties, à savoir :

1° La partie basilaire, musculeuse, qui s'enfonce comme une cheville conique dans le tissu subépithélial du bras.

2° Le pédoncule.

3° La cupule ou ventouse proprement dite.

La partie basilaire est entourée d'une couche de muscles annulaires, intérieurement doublée par la couche des muscles longitudinaux, et l'espace intérieur est traversé par des fibres qui vont en rayonnant du centre à la périphérie. Le pédoncule renferme la continuation de tous ces muscles, presque sans changement dans leur disposition ; ils vont aboutir au piston de la ventouse, chez les bras courts, tandis que, chez les bras longs, ils s'insèrent à un cartilage arrondi. Il y a donc une différence de conformation dans la partie contractile de ces deux sortes d'appareils. Dans la ventouse des bras longs, la chambre acétabulaire affecte la forme d'une corolle de convolvulus dont le corps cartilagineux occupe le fond, et dont les parois sont représentées par l'épithélium interne. La cupule est irrégulière, le point d'insertion du

pédoncule étant placé excentriquement par rapport à l'orifice. Un tissu parenchymateux remplit l'espace compris entre les parois opposées. Le bord étalé de la ventouse est garni de cellules épithéliales cylindriques, dont chacune porte un produit cuticulaire de consistance cornée. Ce sont de petites plaques hexagonales dont chacune porte à son centre une sorte de petite cuillère implantée par son manche. Ces appareils singuliers vont en diminuant du centre vers la périphérie, où ils font place à des plaques étroites disposées comme des rayons. L'anneau corné intérieur de la chambre acétabulaire porte, à son bord supérieur, de petits cônes qui atteignent le même niveau que les cuillères cornées décrites ci-dessus. Le fonctionnement de l'organe est facile à saisir : tandis que les baguettes radiales peuvent s'appliquer exactement, même sur des corps rugueux, les cuillères enfoncent leurs bords tranchants dans la surface des corps lisses et les empêchent de glisser. L'origine histologique de ces produits curiculaires semble être indiqué par les produits analogues que l'on rencontre sur l'épithélium de la paroi externe de la cupule. L'on observe en cet endroit des soulèvements de la cuticule qui se prolongent parfois considérablement, constituant des piquants dont plusieurs s'élargissent à leur extrémité. L'axe du piquant est occupé par un prolongement plus ou moins long de la cellule qui le porte.

Les ventouses des bras courts sont dépourvus de baguettes radiales, les plaques cornées sont disposées comme dans le cas précédent, mais ne portent que de petites dentelures; par contre les parois de la cupule renferment un système musculaire compliqué que l'on peut considérer comme représentant en majeure partie la continuation de celui du pédoncule. Outre le sphincter puissant que M. Girod a décrit chez la Seiche, on voit plusieurs faisceaux annulaires s'étendre sous l'épithélium de la paroi externe. Ils ont pour antagonistes les muscles qui prennent naissance contre l'épithélium supérieur du piston charnu et vont s'insérer au fond de la cupule, entre les muscles annulaires. Il est clair que les muscles longitudinaux du pédoncule, chez les bras longs, doivent retirer le corps cartilagineux, et avec lui, le fond entier de

la ventouse; la contraction des muscles périphériques et transversaux du pédoncule doivent la ramener à l'état de repos. Dans le cas des bras courts, la contraction des muscles du piston doit amener son aplatissement et l'élargissement du fond de la chambre acétabulaire, tandis que celle des muscles annulaires du pédoncule et de la ventouse même doivent la ramener à la position normale.

Séance du 3 janvier 1884.

M. Louis SORET donne lecture de la note suivante *sur la grande transparence que l'atmosphère présente quelquefois avant la pluie.*

La cause principale des variations de la transparence de l'air réside dans la quantité plus ou moins grande de corpuscules ou de poussières qui flottent dans l'atmosphère.

Après la pluie l'air est plus limpide, parce que les poussières qu'il tenait en suspension ont été entraînées et précipitées sur le sol.

Mais on remarque aussi qu'une grande transparence atmosphérique se manifeste assez souvent avant la pluie, de sorte que l'on peut considérer cette apparence comme un présage du mauvais temps prochain. — Comment expliquer ce fait? — A. de la Rive a admis qu'une grande partie des corpuscules flottants sont de nature organique, et que lorsque l'air est humide ces corpuscules absorbent de l'eau, ce qui les rend plus transparents et surtout plus lourds, de sorte qu'ils tombent sur le sol [1]. — Le maréchal Vaillant a émis l'idée que lorque soufflent les vents chauds du sud ou de l'ouest qui amènent la pluie, il y a plus d'égalité entre la température de l'air et celle du sol, et par suite moins d'agitation et de différences de densité, c'est-à-dire de meilleures conditions de transparence [2].

[1] *Discours d'ouverture de la Soc. helvét. Archives*, 1865, t. XXIV, p. 54; *Annales de Chimie et de Physique*, 1867, t. XII, p. 243.

[2] *Annales de Chimie et de Physique*, 1867, t. XII, p. 249. — Cette explication, due au maréchal Vaillant, ne peut être complètement rejetée : elle doit constituer l'un des facteurs du phénomène; cepen-

Je me permets de signaler aux météorologistes une autre explication qui je crois n'a pas encore été proposée et qui me semble plus plausible, si ce n'est dans tous les cas, du moins dans beaucoup d'entre eux. Elle consiste simplement à admettre que la grande transparence précédant le mauvais temps, provient de ce que l'air qui entoure le lieu d'observation a été précédemment traversé et lavé par de la pluie tombée dans une autre localité.

L'air en se transportant d'un point à un autre sous l'influence des vents, ne suit point nécessairement la même marche que les nuages de pluie, qui se dissipent et se résolvent par précipitation ou par évaporation. Il n'y a donc aucun doute que, fréquemment, l'air dans un endroit et à un moment donné, a été peu auparavant traversé par de la pluie tombée de nuages qui se sont dissipés ou qui ont suivi une autre direction. Or, comme très habituellement les pluies se répètent et se succèdent, l'arrivée de couches d'air ainsi épurées est un pronostic de mauvais temps, car elles indiquent l'approche de masses atmosphériques dans les conditions où s'effectue la précipitation.

On peut imaginer plusieurs circonstances dans lesquelles se réaliserait le fait dont nous venons de parler; je me borne à en citer une qui doit se présenter souvent.

Supposons une masse d'air chaud et humide se transportant sous l'influence d'un vent du sud-ouest par exemple. Il se forme une nappe de nuages, animés d'un mouvement dans le même sens et qui ne tardent pas à se précipiter en pluie. Mais cette précipitation même épuise les nuages qui tendent à se dissiper à mesure qu'ils avancent; la nappe nébuleuse progresse donc moins rapidement que l'air situé au-dessous dont les couches épurées précèdent ainsi l'arrivée de la pluie.

Dans un certain nombre de cas où j'ai observé cette transparence exceptionnelle de l'air, il m'a paru que l'explication proposée avait de grandes chances d'être exacte. Il serait

dant elle ne paraît pas suffisante pour rendre compte de l'extrême limpidité que l'on observe souvent.

intéressant de rechercher si elle se confirme d'une manière générale. Pour cela il faudrait que dans les diverses stations météorologiques, on notât les cas de grande limpidité aérienne qui ne sont pas consécutifs à une chute de pluie dans le lieu même d'observation; puis de vérifier si antérieurement, il n'y a pas eu des averses dans des contrées plus ou moins voisines, et si la direction des mouvements atmosphériques peut faire présumer que l'air du lieu d'observation provenait en effet d'une localité où il était tombé de la pluie.

M. le prof. FOL communique le résultat d'expériences qu'il a faites l'été dernier en vue de déterminer, si possible, quel est le numéro d'ordre qu'il convient d'assigner aux premières provertèbres qui se montrent sur les côtés du sillon médullaire chez l'embryon de poulet. La grande difficulté de ces expériences est d'arriver à distinguer ces 2 ou 3 premières provertèbres, tant que l'embryon reste couché sur le jaune. Pour les voir nettement, il faut détacher l'embryon du vitellus et le porter sous le microscope, après quoi il n'est naturellement plus possible de lui faire continuer son développement. M. H. Fol a opéré sur des œufs de poule couvés pendant 18 à 20 heures. Après avoir excisé un morceau de la coquille, il a éclairé l'embryon par-dessous, en projetant à l'aide d'un verre concentrateur, un faisceau de rayons solaires dans la profondeur du jaune. Il put ainsi apercevoir, mais vaguement, la place des premières provertèbres et infliger, à l'aide d'un thermocautère effilé, deux brûlures latérales à l'aire embryonnaire pour marquer la hauteur à laquelle il croyait voir les premiers somites. L'œuf ayant été refermé avec soin et remis en incubation pendant encore 48 heures, il en résulta un embryon à peu près normal quoique retardé dans son développement. Les marques des brûlures se trouvaient tout à fait en avant, tantôt dans le voisinage des otocystes, tantôt plus près des yeux. M. Fol conclut de ses expériences que les somites les premiers formés paraissent être les plus antérieurs de toute la série, et qu'ils répondent peut-être même à la région céphalique. La longue série des provertèbres se forme successivement d'avant en arrière; l'embryon de vertébré commence par n'être pour ainsi dire

qu'une tête derrière laquelle apparaît de proche en proche le reste du corps.

M. le prof. H. Fol donne ensuite le résumé d'une autre série d'expériences faites en collaboration avec M. S. Warynski. Dans une série antérieure de recherches, ces messieurs avaient obtenu artificiellement l'inversion viscérale chez l'embryon de poulet en surchauffant momentanément son flanc gauche. L'on pouvait objecter à ce manuel opératoire que l'effet de l'échauffement est incertain et sujet à discussion. Une observation qu'ils firent les mit sur la voie d'un autre procédé opératoire qui n'est pas sujet aux mêmes objections. Si l'on vient à poser le tranchant d'un scalpel sur une partie de l'embryon couché sur le jaune, en appuyant modérément à travers la membrane vitelline, sans entamer cette dernière, on arrête complètement le développement des parties situées en dehors de la ligne de pression. Ils arrêtèrent donc par ce moyen le développement du côté gauche de l'embryon, en le séparant de la partie afférente de l'aire vasculaire. Le résultat fut invariablement un arrêt complet de développement de toute la partie de l'aire vasculaire située en dehors de la ligne de pression et, comme conséquence, un ralentissement du développement de tout le côté gauche de l'embryon, accompagné chaque fois d'une inversion viscérale complète. C'est donc bien à un arrêt de développement du côté gauche qu'il faut attribuer l'inversion viscérale, d'où l'on peut conclure que ce côté doit prédominer pour amener la torsion normale.

M. Charles Soret a examiné les cristaux de glace présentés par M. Raoul Pictet dans la précédente séance de la Société de Physique. Cette cristallisation s'est trouvée en réalité moins anormale que son aspect extérieur ne portait à le croire. Les figures allongées, qui paraissaient être des cristaux à axe principal horizontal, sont en fait plus ou moins complexes. Leur axe optique est partout à peu près perpendiculaire à la surface, quelle que soit d'ailleurs l'orientation de cette surface par rapport à celle de l'eau. Il semble qu'une couche de glace, formée d'abord régulièrement sur toute l'étendue du vase, ait ensuite éprouvé des espèces de

plissements, résultant peut-être de sa dilatation et de la répartition irrégulière de son poids sur les portions cristallisées en premier lieu.

M. le professeur Chaix rend compte d'après les publications de l'observatoire de Cordova, dans la République Argentine, des observations météorologiques faites dans cet établissement pendant une période de 10 années, de 1872 à 1882. Pour cette station, mai, juin, juillet, sont presque sans pluie, elle appartiendrait donc à la région tropicale, sans être dans les tropiques. Janvier et décembre sont les mois pluvieux. La quantité de pluie tombée dans une année entière à Cordova, est à peine égale à celle qui tombe au seul mois d'août à Colon dans l'isthme de Panama.

NOUVELLE ORGANISATION

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

A GENÈVE, AU GRAND SAINT-BERNARD & A MARTIGNY

Le résumé mensuel du mois de décembre, imprimé ci-après, rend compte des observations combinées entre les stations Genève et Grand Saint-Bernard, suivant un régime un peu différent des précédents. Il débute avec l'année météorologique actuelle, telle qu'elle a été comptée dans les publications des *Archives* depuis une longue série d'années, savoir dès le 1er décembre 1883.

Au lieu du système d'observations bi-horaires adopté en 1849 et s'étendant de 6 heures du matin à 10 heures du soir, il se fait six observations directes, complètes, par jour, savoir à 7 heures et à 10 h. du matin; à 1 h., 4 h., 7 h. et 10 h. après midi. Dans l'intervalle qui suit cette dernière observation, la pression atmosphérique, la température et l'humidité de l'air sont mesurées à Genève par des appareils enregistreurs :

La pression atmosphérique, par un barographe anéroïde de Hipp, marquant les valeurs de cette pression toutes les heures;

La température et l'humidité, par trois thermomètres-hygromètres de Negretti et Zambra, se renversant à 10 h., à 1 h. et à 4 h., et conservant l'indication de ces conditions de l'atmosphère jusqu'à la lecture qui en est faite, lors de la première observation directe, subséquente.

Les déclanchements nécessaires à ces deux classes d'enre-

gistreurs s'opèrent par des appareils électriques dont la description sera donnée ultérieurement.

Les moyennes diurnes sont ainsi déduites de huit valeurs réelles et équidistantes, sans avoir recours à des interpolations, et permettant de tenir compte de tous mouvements irréguliers se produisant la nuit, dans l'atmosphère.

La station du Grand Saint-Bernard, continuant le précieux concours accordé à nos études depuis 1817, fait, comme à Genève et aux mêmes heures, six observations directes par jour. Elle a reçu, grâce aux facilités accordées par la commission météorologique fédérale, un barographe anéroïde de Hottinger, mû par un mouvement d'horlogerie, et accusant la pression atmosphérique toutes les heures.

D'ici au prochain compte rendu mensuel, nous espérons voir fonctionner de concert avec nous, une troisième station, avantageusement placée entre les deux premières et près du pied de la montagne que traverse le col du Grand Saint-Bernard. La commission météorologique fédérale a confié à M. le chanoine J. Deléglise, prévôt du Saint-Bernard, en résidence à Martigny, les instruments devenus disponibles dans cette ville. Par les soins de cet ancien et dévoué collaborateur, des renseignements, concomitants avec les nôtres, viendront augmenter les documents utiles à l'étude de la météorologie dans nos régions.

Les observations continueront à être contrôlées, réduites et comparées par M. A. Kammermann, astronome-adjoint de notre Observatoire, spécialement préposé à ce service.

Émile Gautier.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1883

Le 1er, brouillard le matin.
2, brouillard à 10 h. du soir.
3, brouillard le matin; légère neige à 6 h. du soir.
4, légère neige à 2 h. 5 m. du soir et à 7 h. du soir.
5, neige dans la nuit et le matin ; hauteur 3cm.
6, neige dans la nuit; hauteur 3cm,5 ; légère neige à 1 h. du soir.
7, forte bise tout le jour.
8, forte bise le matin.
11, neige le matin; hauteur 9cm,5.
13, neige de 6 h. à 7 du matin ; la neige qui couvrait la terre depuis le 6, disparaît.
15, arc-en-ciel au NNO. à 2 h. du soir.
17, légère neige à 9 h. $^1/_2$ du matin et à 1 h. du soir.
19, faible gelée blanche le matin; brouillard depuis 10 h. du matin.
20, brouillard le matin.
21, très forte gelée blanche le matin.
22, id. ; brouillard depuis 10 h. du matin.
23, gelée blanche le matin; brouillard tout le jour.
24, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
25, très forte gelée blanche le matin.
27, brouillard tout le jour.
28, id.
29, id.
30, neige depuis 7 h. du matin jusqu'au soir ; hauteur 4cm,5.
31, pluie mêlée de neige à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm
Le 1er à minuit	733,22
5 à 2 h. soir	727,30
8 à 11 h. soir	733,41
13 à 11 h. matin	734,84
19 à midi	735,36
24 à 10 h. matin	738,82
31 à 10 h. matin	734,12

MINIMUM.	mm
Le 4 à 4 h. soir	718,20
6 à 10 h. soir	722,06
11 à midi	724,46
16 à 1 h. soir	718,59
21 à 6 h. matin	726,90
30 à 1 h. matin	729,96

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	729,89	+ 3,15	728,82	733,22	+ 1,73	— 0,52	— 2,9	+ 7,6	896	+ 46	740	1000	...	...	S. 1	0,73	+ 8,4	+ 0,5	122,1
2	730,47	+ 3,69	728,28	733,20	+ 4,36	+ 2,24	+ 2,9	+ 6,7	747	—104	550	910	...	...	N. 2	0,75	...	.....	125,0
3	730,20	+ 3,38	723,72	733,35	+ 3,42	+ 1,42	+ 0,7	+ 6,4	726	—126	620	930	9,7	6	S. 1	0,98	8,4	+ 0,7	122,4
4	718,74	— 8,12	718,20	722,88	+ 4,21	+ 2,33	— 0,3	+ 8,7	812	— 40	600	900	14,2	9	S. 1	0,88	8,3	+ 0,7	120,0
5	725,09	— 1,81	720,54	727,30	+ 0,39	— 1,37	— 1,2	+ 5,2	880	+ 27	650	980	2,0	3	variable	0,82	8,1	+ 0,6	121,3
6	723,62	— 3,32	722,06	725,16	— 0,98	— 2,63	— 2,6	+ 2,7	949	+ 95	860	1000	3,6	6	SO. 1	0,87	7,6	+ 0,2	120,0
7	727,75	+ 0,77	722,69	731,95	— 2,40	— 3,94	— 6,3	— 0,4	845	— 9	760	1000	...	...	NNE. 1	0,83	6,9	— 0,4	126,3
8	732,42	+ 5,40	731,79	733,41	— 5,39	— 6,82	— 8,2	— 4,0	855	0	770	1000	...	...	NNE. 1	0,58	6,3	— 0,9	123,5
9	730,81	+ 3,75	728,21	733,02	— 6,20	— 7,52	— 8,8	— 1,5	894	+ 38	860	960	...	...	variable	0,60	...	.....	121,0
10	729,25	+ 2,15	727,49	731,14	— 5,63	— 6,85	— 7,4	— 3,9	892	+ 36	810	1000	...	...	SO. 1	0,90	5,9	— 1,2	121,0
11	727,23	+ 0,09	724,46	731,14	— 1,66	— 2,78	— 5,1	+ 3,1	886	+ 29	720	1000	7,3	6	variable	1,00	6,5	— 0,5	116,7
12	727,71	+ 0,53	725,99	730,42	+ 4,58	+ 3,56	+ 1,5	+ 6,5	781	— 77	570	1000	8,6	10	variable	1,00	6,5	— 0,4	117,0
13	733,11	+ 5,89	730,49	734,84	+ 2,32	+ 1,39	+ 1,3	+ 5,0	852	— 6	600	960	4,3	7	variable	1,00	6,1	— 0,7	116,8
14	731,49	+ 4,23	728,75	733,16	+ 5,58	+ 4,74	+ 1,4	+11,4	826	— 33	670	960	...	...	S. 1	0,98	6,5	— 0,2	114,5
15	728,25	+ 0,95	725,74	729,27	+ 6,89	+ 6,14	+ 4,9	+12,0	820	— 39	720	980	3,1	2	variable	0,67	6,7	+ 0,1	115,5
16	721,34	— 6,00	718,59	725,29	+ 4,67	+ 4,00	+ 1,2	+ 8,0	815	— 45	720	980	4,6	4	SSO. 1	1,00	...	.....	115,0
17	723,43	— 3,94	721,06	726,64	+ 1,42	+ 0,83	— 0,7	+ 3,5	811	— 49	700	990	0,2	1	NNE. 1	0,75	6,3	— 0,2	117,1
18	729,56	+ 2,15	726,71	732,56	— 1,07	— 1,58	— 3,6	+ 2,0	925	+ 64	880	960	...	...	NE. 1	0,52	6,0	— 0,4	116,5
19	733,85	+ 6,40	732,76	735,36	— 2,21	— 2,65	— 5,7	+ 0,2	932	+ 71	860	1000	...	...	SSE. 1	0,82	6,0	— 0,3	115,3
20	729,18	+ 1,70	727,28	732,63	0,00	— 0,37	— 3,1	+ 5,8	899	+ 37	740	1000	...	...	S. 1	0,32	6,0	— 0,2	113,5
21	727,44	— 0,08	726,90	728,60	— 0,77	— 1,07	— 3,9	+ 5,0	896	+ 34	770	980	...	...	SO. 1	0,55	6,0	— 0,2	110,1
22	731,05	+ 3,49	728,60	733,08	— 1,83	— 2,07	— 4,2	+ 0,6	976	+113	890	1000	...	...	SSO. 1	0,95	6,0	— 0,1	104,2
23	736,11	+ 8,52	733,67	737,94	— 1,25	— 1,43	— 3,7	+ 2,7	980	+117	910	1000	...	...	S. 1	0,88	...	.....	106,0
24	738,13	+10,51	737,05	738,82	+ 1,12	+ 1,00	— 1,7	+ 4,6	961	+ 98	890	1000	...	...	S. 1	0,53	6,0	0,0	106,4
25	737,78	+10,13	736,66	738,80	+ 0,72	+ 0,65	— 3,5	+ 7,0	811	— 53	600	980	...	...	S. 1	0,03	6,0	+ 0,1	103,8
26	736,42	+ 8,74	736,06	736,96	+ 3,96	+ 3,94	+ 2,0	+ 5,5	898	+ 34	840	1000	...	...	NE. 1	1,00	6,5	+ 0,7	101,8
27	734,88	+ 7,17	734,19	735,75	+ 2,56	+ 2,59	+ 1,7	+ 4,3	882	+ 18	860	930	...	...	variable	1,00	6,4	+ 0,6	102,7
28	732,31	+ 4,58	731,17	734,00	+ 1,32	+ 1,39	+ 0,2	+ 2,5	884	+ 19	840	920	...	...	variable	1,00	6,4	+ 0,7	102,0
29	730,73	+ 2,97	730,16	731,27	+ 0,01	+ 0,12	— 0,4	+ 1,1	896	+ 31	860	940	...	...	variable	1,00	6,4	+ 0,8	103,0
30	730,97	+ 3,19	729,96	732,38	— 0,31	— 0,16	— 1,7	+ 1,1	940	+ 75	870	1000	5,6	20	SSE. 1	1,00	...	.....	100,0
31	733,43	+ 5,63	732,24	734,12	+ 1,37	+ 1,55	0,0	+ 2,7	912	+ 47	840	1000	...	...	variable	1,00	6,5	+ 0,9	99,4

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1883.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	— 1,35	— 1,94	— 1,41	+ 0,23	+ 1,23	+ 0,23	— 0,67	— 1,50
2e »	+ 1,35	+ 0,76	+ 0,68	+ 2,38	+ 4,06	+ 3,17	+ 2,29	+ 1,72
3e »	— 0,42	— 0,70	— 0,71	+ 0,58	+ 2,56	+ 1,88	+ 1,09	+ 0,74
Mois	— 0,15	— 0,63	— 0,49	+ 1,05	+ 2,61	+ 1,76	+ 0,91	+ 0,33
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,86	727,52	727,71	728,26	727,62	727,70	727,95	727,97
2e »	729,01	728,60	728,47	728,77	727,83	728,11	728,56	728,77
3e »	733,19	733,26	733,55	734,00	733,39	733,40	733,80	733,94
Mois	730,12	729,90	730,03	730,46	729,74	729,85	730,21	730,35
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	910	920	880	836	775	779	849	849
2e »	866	896	894	873	819	817	826	848
3e »	949	953	931	915	864	888	893	909
Mois	910	924	903	876	821	830	857	870

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		mm	cm
1re décade	— 3,41	+ 2,75	+ 7,49	0,79	29,5	122,26
2e »	— 0,79	+ 5,75	+ 6,29	0,81	28,1	115,79
3e »	— 1,38	+ 3,37	+ 6,24	0,81	5,6	103,58
Mois	— 1,85	+ 3,94	+ 6,64	0,80	63,2	113,55

Dans ce mois, l'air a été calme 3,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 24°,2 E. et son intensité est égale à 22,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE DÉCEMBRE 1883.

Le 1er, neige l'après-midi; la majeure partie est enlevée par la bise.
2, brouillard le matin.
3, brouillard le matin, neige l'après-midi; forte bise tout le jour.
4, neige par une très forte bise toute la journée; une grande partie a été enlevée.
5, neige le matin; elle est emportée par une forte bise qui dure tout le jour; brouillard l'après-midi.
6, brouillard par une forte bise le matin.
7, brouillard le matin.
9, fort vent l'après-midi.
10, neige l'après-midi.
11, neige dans la journée, brouillard le soir; très forte bise l'après-midi.
12, très forte bise tout le jour; neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard; la hauteur de la neige n'a pas pu être mesurée.
13, neige, brouillard et très forte bise; la neige est emportée.
14, forte bise dans la journée.
15, légère neige à 7 h. du matin; forte bise jusqu'à 4 h. du soir: brouillard dans la journée.
16, neige de 1 h. à 7 h. du soir; fort vent et forte bise dans la journée.
17, forte bise tout le jour; brouillard le matin, neige l'après-midi.
18, neige dans la nuit du 17 au 18; brouillard à 7 h. du matin.
19, brouillard par une forte bise tout le jour.
20, brouillard le matin; forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
30, brouillard à 1 h. du soir.
31, brouillard toute la journée.

N. B. Le thermomètre à maximum envoyé fin novembre à l'hospice n'a malheureusement pas fonctionné comme nous l'espérions, en sorte qu'on n'a pas pu utiliser ses indications.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	568,98	Le 4 à 4 h. soir	548,77
5 à 4 h. soir	556,45	6 à 2 h. soir	553,53
9 à minuit	564,46	12 à 5 h. soir	556,03
14 à 11 h. matin	566,54	17 à 6 h. matin	552,98
19 à 10 h. soir	563,60	21 à 2 h. soir	562,06
25 à 11 h. soir	572,40	30 à 4 h. matin	562,80
31 à 11 h. soir	567,04		

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.			
1	564,05	+ 2,10	561,28	568,98	— 5,90	+ 0,82	— 9,0	— 2,6	10	9,2	....	variable	0,58
2	562,50	+ 0,57	560,97	564,07	—10,58	— 3,78	—11,0	— 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,60
3	562,10	+ 0,19	559,26	564,00	— 8 98	— 2,10	—13,4	— 5,7	100	3,8	....	NE. 2	1,00
4	552,43	— 9,46	548,77	558,49	—10,47	— 3,51	—15,0	— 5,2	800	31,0	....	NE. 3	1,00
5	554,72	— 7,15	551,06	556,45	—16,17	— 9,13	—17,5	—13,9	.....	.....	....	NE. 3	0,92
6	554,53	— 7,32	553,53	556,12	—16,42	— 9,30	—19,2	—14,0	.....	.....	....	variable	0,57
7	558,05	— 3,77	554,56	561,28	—16,82	— 9,61	—18,0	—15,3	.....	.....	....	SO. 2	0,53
8	561,97	+ 0,17	560 91	564,18	—12,67	— 5,38	—18,2	—10,9	.....	.....	....	NE. 1	0,00
9	563,40	+ 1,62	561,61	564,46	— 9,10	— 1,73	—13,5	— 7,3	.....	.....	....	SO. 2	0,10
10	560,00	— 1,76	559,36	561,20	— 9,48	— 2,04	—11,0	— 7,7	160	9,5	....	NE. 1	0,73
11	559,11	— 2,63	557,60	559,92	— 8,28	— 0,77	—10,4	— 4,4	150	7,8	....	NE. 2	0,98
12	558,07	— 3,65	556,03	560,40	— 9,77	— 2,19	—12,5	— 7,6	.....	.....	....	NE. 3	1,00
13	562,23	+ 0,53	556,42	565,54	— 8.82	— 1,17	—13,2	— 5,5	.....	.....	....	NE. 3	1,00
14	565,79	+ 4,11	564,91	566,54	— 3,50	+ 4.22	— 7,0	— 1,0	.....	.....	....	NE. 2	0,60
15	563,46	+ 1,80	561,40	565,72	— 5,05	+ 2,73	— 7,0	— 3,1	.....	.....	....	NE. 2	0,77
16	556,79	— 4,85	553,85	561,23	— 7,97	— 0,13	—12,5	— 4,5	280	14,5	....	NE. 1	0,72
17	554,51	— 7,12	552,98	556,60	—14,07	— 6,17	—15,4	—12,2	120	4,5	....	NE. 2	0,87
18	558,52	— 3,09	556,84	560,60	—17,13	— 9,17	—18,8	—16,9	80	2,9	....	NE. 1	0,23
19	562,36	+ 0,77	560,70	563,60	—12,58	— 4,56	—17,5	— 9,0	.....	.....	....	NE. 2	0,92
20	562,72	+ 1,15	562,13	563,36	— 4,33	+ 3,75	— 9,2	— 2,7	.....	.....	....	NE. 2	0,60
21	562,71	+ 1,15	562,06	563,45	— 3,83	+ 4,30	— 5,0	— 2,1	.....	.....	....	NE. 1	0,07
22	564,95	+ 3,40	563,08	567,24	— 3,02	+ 5,16	— 5,0	+ 0,1	.....	.....	....	NE. 1	0,13
23	568,86	+ 7,33	567,00	570,22	— 4,43	+ 3,80	— 5,0	— 3,5	.....	.....	....	NE. 1	0,02
24	570,63	+ 9,12	570,18	571,37	— 3,43	+ 4,85	— 5,2	— 1,1	.....	.....	....	NE. 1	0,07
25	571,99	+10,50	571,31	572,40	+ 0,90	+ 9,23	— 1,2	+ 3,9	.....	.....	....	NE. 1	0,08
26	572,08	+10,61	571,51	572,28	+ 2,90	+11,27	+ 0,6	+ 5,8	.....	.....	....	NE. 1	0,20
27	570,71	+ 9,25	569,45	571,51	+ 0,70	+ 9,11	— 0,5	+ 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,05
28	567,14	+ 5,70	565,81	569,31	— 1,63	+ 6,82	— 2,3	+ 1,6	.....	.....	....	NE. 1	0,13
29	564,02	+ 2,60	563,07	565,61	— 6,23	+ 2,26	— 9,4	— 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,20
30	563,38	+ 1,98	562,80	564,27	—10,35	— 1,82	—10,6	— 9,3	.....	.....	....	NE. 1	0,48
31	565,89	+ 4,51	564,19	567,04	—10,80	— 2,23	—11,0	— 9,9	.....	.....	....	NE. 1	0,92

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1883.

---

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s

Baromètre.

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	559,97	559,67	559,31	559,68	559,10	558,96	559,05	559,24
2e »	560,18	560,23	560,08	560,87	560,35	560,22	560,33	560,60
3e »	567,28	567,27	567,24	567,53	567,36	567,58	567,78	567,86
Mois	562,63	562,55	562,38	562,85	562,43	562,42	562,56	562,74

Température.

	0	0	0	0	0	0
1re décade	—11,14	—10,48	— 9,80	—11,61	—12,57	—12,55
2e »	— 9,95	— 8,72	— 7,66	— 8,51	— 9,16	— 9,10
3e »	— 3,73	— 2,99	— 1,65	— 3,21	— 4,00	— 4,03
Mois	— 8,13	— 7,25	— 6,22	— 7,63	— 8,43	— 8,41

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	—14,58	— 9,23	0,60	53,5	1070
2e »	—12,35	— 6,69	0,77	29,7	630
3e »	— 4,96	— 1,32	0,21	—	—
Mois	—10,45	— 5,60	0,52	83,2	1700

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 11,95 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 129,6 sur 100.

RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT

DES

NERFS SPINAUX CHEZ LES TRITONS

PAR

Maurice BEDOT

L'origine des nerfs spinaux des Vertébrés est une question qui a été étudiée par un grand nombre d'auteurs, et qui malgré cela n'a pas encore reçu de solution satisfaisante. Elle a donné lieu à beaucoup d'hypothèses contradictoires, et l'on peut presque dire que chaque auteur qui s'est occupé de ce sujet en a tiré des conclusions différentes. Il est possible que les processus de formation des nerfs ne soient pas identiques chez tous les Vertébrés. On ne pourra donc résoudre cette question qu'en étudiant le développement de plusieurs représentants de cet embranchement, et en les comparant entre eux. Tel est le motif qui m'a engagé à entreprendre ce travail sur un groupe inférieur de Vertébrés, les Tritons. J'espère que les résultats que j'ai obtenus seront de quelque utilité pour la solution de ce problème.

Je saisis cette occasion pour adresser mes sincères remerciements à M. le D[r] O. Hertwig, professeur à l'uni-

versité d'Iéna, qui m'a guidé dans le choix de mon sujet, a mis son laboratoire à ma disposition pour faire mes recherches, et m'a toujours prêté le secours si précieux de ses conseils et de ses directions. Je remercie également M. le Dr Hermann Fol, professeur à l'Université de Genève, qui a bien voulu me diriger dans l'achèvement de ce travail.

I

Avant de faire part de mes recherches sur le développement des nerfs spinaux, je crois qu'il ne sera pas sans intérêt de jeter un coup d'œil rétrospectif, et de donner un aperçu des opinions diverses que ce sujet a fait naître. Anciennement, la plupart des naturalistes admettaient que les nerfs spinaux tiraient leur origine de la moelle épinière, et qu'ils se rendaient de là aux organes auxquels ils étaient destinés. Cette hypothèse ne reposait, il est vrai, sur aucune observation directe. On savait que les nerfs olfactifs et optiques se formaient aux dépens du cerveau et, bien que l'on n'eût jamais observé la naissance d'autres nerfs, on ne croyait pas que leur développement différât de celui des deux premières paires. Les nerfs spinaux devaient se développer à partir de la moelle, comme les nerfs cérébraux à partir du cerveau.

Cependant, cette opinion commença à être ébranlée lorsque parut le célèbre ouvrage de K.-E. von Baer, sur le développement des animaux[1]. Cet auteur, loin de se ranger aux idées qui avaient cours à cette époque,

[1] K.-E. von Baer, Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere. 1828-1837.

trouva qu'il n'y avait pas plus de raisons pour admettre que les nerfs se formaient aux dépens des organes centraux et se rendaient de là à la périphérie, que pour admettre le contraire. Il alla même jusqu'à douter que l'observation pût jamais trancher cette question. Ce qui lui parut le plus probable, c'est que les nerfs devaient leur existence à des différenciations histologiques, qu'ils apparaissaient à l'endroit même où ils devaient se trouver plus tard, et que dès l'origine, ils possédaient leurs terminaisons centrales et périphériques. Il n'était pas question, par conséquent, d'une réunion secondaire de parties primitivement séparées. Les idées de von Baer furent bientôt partagées par un grand nombre de naturalistes, mais elles rencontrèrent aussi des contradicteurs.

Parmi eux, on doit citer en première ligne Remak[1], qui publia quelques années plus tard des recherches portant principalement sur le développement du poulet. Cet auteur fut amené à admettre que le système nerveux périphérique présentait, à l'origine, des parties séparées les unes des autres, et qui ne se réunissaient que plus tard. Les protovertèbres donnaient naissance aux ganglions spinaux qui ne présentaient aucune communication, au commencement, avec le système nerveux central. La formation de la racine sensitive avait lieu aux dépens du ganglion, et celle de la racine motrice, aux dépens du nerf. Les deux racines se rendaient de leur lieu d'origine au tube médullaire. En outre, tous les nerfs, lorsqu'ils apparaissaient, étaient composés de fibres parfaitement homogènes et ne présentant pas de noyaux.

[1] Remak, Ueber die Entwickelung des Hünchens im Ei. *Müller's Archiv*, 1843. — Remak, Ueber ein selbständiges Darmnervensystem, 1847. — Remak, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere, 1850-1855.

Les résultats obtenus par Remak, après avoir fait autorité pendant un certain temps, subirent d'importantes modifications grâce aux recherches de Bidder et Kupffer sur la constitution de la moelle épinière[1]. Ces auteurs confirmèrent les données de Remak relativement à l'origine protovertébrale des ganglions spinaux, mais ils émirent des idées toutes nouvelles, au sujet de la racine antérieure. Celle-ci, dès son apparition, présentait une structure fibrillaire. Elle était toujours dépourvue de noyaux, et prenait naissance dans la moelle épinière. Les fibrilles qui composaient la racine devaient être des prolongements de cellules de la substance grise. Quant à la racine postérieure, Bidder et Kupffer restent indécis. Ils ne savent si l'on doit en attribuer la formation à la même ébauche qui fournit le ganglion, ou si elle provient aussi des cellules de la moelle épinière. Ils font remarquer en outre, qu'elle apparaît après la racine antérieure. Les idées de ces auteurs furent adoptées par Kölliker, dans la première édition de son traité d'embryologie.

La théorie de von Baer sur les nerfs spinaux, qui paraissait être complètement abandonnée, fut de nouveau soutenue par Hensen dans deux travaux relatifs au développement du système nerveux[2]. Ce naturaliste admettait que dès le commencement les parties centrales et périphériques du système nerveux étaient réunies entre elles, et que le développement ultérieur avait lieu par division des cellules et dédoublement des fibres nerveuses. Il

[1] Bidder et Kupffer, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und die Entwickelung seiner Formelemente, 1857.

[2] Hensen, Zur Entwickelung des Nervensystems. *Virchow's Archiv*, 1864. — Hensen, Ueber die Entwickelung der Gewebe und der Nerven im Schwanze der Froschenlarve. *Virchow's Archiv*, 1864.

s'attacha surtout à réfuter la théorie d'après laquelle les nerfs se développeraient à partir des centres nerveux pour se rendre à la périphérie, regardant comme inadmissible que chaque nerf se rendît toujours à sa propre terminaison sans qu'il y eût de confusion. Il est bon de faire remarquer que ce retour aux idées de von Baer n'eut que peu de succès. Du reste, Hensen modifia beaucoup ses vues dans la suite.

La question du développement des nerfs spinaux se montra encore sous une autre face, grâce aux travaux de His [1]. A l'époque où cet auteur publia ses recherches, les naturalistes admettaient assez généralement, en se rangeant à l'opinion de Remak, Bidder et Kupffer, que les ganglions spinaux devaient leur origine à une différenciation des protovertèbres. His, s'appuyant sur des recherches très approfondies, abandonna complètement cette opinion, et en vint à admettre que les ganglions étaient une formation ectodermique. Voici de quelle manière His s'explique à se sujet. Chez le poulet, les ganglions spinaux sont formés par une étroite bande de substance placée entre la plaque médullaire et le feuillet corné. C'est le cordon intermédiaire (Zwischenstrang). Avant que le tube médullaire soit fermé, cette bande affecte la forme d'une gouttière particulière qui est placée au bord de la plaque médullaire. C'est la gouttière intermédiaire (Zwischenrinne). Le moment le plus propice pour la voir est celui où les bords de la plaque médullaire se sont relevés, mais ne sont pas encore réunis. Lorsque le tube médullaire se referme, la gouttière intermédiaire devient un cordon

[1] His, Die Häute und Höhlen des Körpers, 1865. — His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwickelung des Hünchens im Ei, 1868.

compact et continu. De distance en distance, ce cordon présente des parties qui sont plus développées. Plus tard, il se détache du feuillet corné et vient se placer entre les protovertèbres et le tube médullaire. Les parties qui sont plus développées se sépareront pour donner naissance aux ganglions spinaux. Ce n'est que plus tard que ces derniers entrent en communication avec le tube médullaire, par l'intermédiaire des racines nerveuses. Au premier abord, cette nouvelle théorie de His ne trouva pas beaucoup d'adhérents; on continuait à admettre que les ganglions spinaux devaient leur existence à une différenciation des protovertèbres. Cette opinion fut encore soutenue par Goette dans son magnifique ouvrage sur le développement du *Bombinator igneus*[1].

A ce moment, parurent les recherches de Balfour sur les Élasmobranches[2]. En ce qui concerne les nerfs spinaux, cet auteur abandonne complètement les idées émises dans les Éléments d'embryologie qu'il avait publiés en collaboration avec Foster. Par contre, il se rattache en plusieurs points aux idées de His. Balfour voit la première apparition du système nerveux périphérique à un stade où le tube médullaire est déjà refermé. Le long de la ligne de fermeture apparaît un bourrelet cellulaire qui est dû à une prolifération du tube médullaire. Aux points

[1] Gœtte, Die Entwickelungsgeschichte der Hunke (*Bombinator igneus*), 1875.

[2] Balfour, A preliminary account of the development of the Elasmobranch fishes. *Quarterly journal of microscopical Science*, 1874. — Balfour, The development of nerves in Elasmobranch fishes. *Philos. Transact.*, 1876. — Balfour, The development of Elasmobranch fishes. *Journ. of Anat. and Physiol.*, 1876, 1877, 1878. — Balfour, A monograph of the development of Elasmobranch fishes, 1878. (Cet ouvrage est la réunion en un volume des travaux précédents.)

où doivent apparaître les nerfs spinaux, ce borurelet envoie à droite et à gauche des prolongements qui descendent sur les côtés du tube médullaire, et qui sont les rudiments des racines postérieures. Grâce au bourrelet cellulaire, toutes les racines postérieures sont réunies à la partie dorsale du tube médullaire. Plus tard, les rudiments homogènes originaires se différencient en un ganglion, une racine et un nerf. Quant aux relations qui existent entre le tube médullaire et les racines, BALFOUR ne s'explique pas d'une manière très claire. Il nous dit que ces dernières se détachent du tube médullaire, mais restent réunies toutes ensemble au moyen d'une commissure longitudinale. Leurs extrémités dorsales deviennent donc libres (nº 5, p. 159, ligne 22). Cependant, l'auteur ajoute un peu plus loin (p. 160, en bas) que les rudiments des racines se détachent du tube médullaire, *sauf en certains points qui forment les réunions des racines à la moelle épinière.* Il y a là, évidemment, une contradiction. Si l'on examine le traité d'Embryologie comparée du même auteur[1], on verra que cette question n'y est pas plus clairement élucidée. Dans la partie relative aux nerfs spinaux des Vertébrés, BALFOUR prend, pour base, ses recherches sur le développement des Élasmobranches. Voici de quelle manière il s'exprime à ce sujet (p. 371): « Revenons à « la réunion primitive de l'ébauche nerveuse avec les « parois de la moelle épinière. Nous avons déjà dit que « cette réunion n'était pas durable. En effet, à l'époque « de l'apparition de la commissure longitudinale, *elle « devient extrêmement mince, ou bien elle disparaît complè- « tement.* » Plus loin, il explique de quelle manière a

[1] Balfour, A Treatise on comparative Embryology, vol. II, 1881.

lieu la réunion de la racine postérieure avec la moelle épinière. La racine postérieure s'éloigne de la place qu'elle occupait au côté du tube médullaire. Quelques cellules de ce dernier s'avancent un peu et entrent en communication avec une petite saillie qui se forme au côté de la racine nerveuse, près de son extrémité (fig. 268). L'auteur ajoute : « Il est très difficile de décider si la réunion définitive de « la racine nerveuse postérieure est une formation com- « plètement nouvelle, ou si ce n'est qu'un déplacement « de l'endroit de réunion primitif. Je suis enclin à admet- « tre la première de ces alternatives ; MARSHALL et HIS « sont aussi d'accord à ce sujet. Cependant, la fig. 269 « qui montre l'attache des racines aux côtés du tube médul- « laire, semble parler en faveur de l'opinion qui veut « que le lieu d'attache soit simplement déplacé ; peut-être « est-il possible d'expliquer ce fait par une simple crois- « sance de la partie dorsale de la moelle épinière. » Quant aux racines antérieures, Balfour admet qu'elles apparaissent après les racines postérieures, à une époque où la moelle épinière ne présente pas encore de substance blanche. Elles montrent dès le commencement un aspect fibreux, et sont composées de cellules en forme de fuseaux. En résumé, BALFOUR admet que le ganglion spinal a une origine ectodermique. Sur ce point il est d'accord avec HIS, mais il est en contradiction complète avec cet auteur lorsqu'il considère les deux racines comme étant des formations cellulaires. De plus, il n'a jamais observé de cordon intermédiaire.

Pendant que BALFOUR publiait ses recherches sur les Élasmobranches, HENSEN, étudiant le développement du lapin et du cobaye [1], arrivait à peu près aux mêmes

[1] Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicke-

résultats. Ce naturaliste constata que le ganglion spinal devait son origine à des cellules partant de la partie postérieure de la moelle épinière et formant entre celle-ci et la protovertèbre une masse compacte. Une chose qu'il faut remarquer dans le travail de HENSEN, c'est la description du développement des racines postérieures. « Les cellules (qui forment le ganglion), dit-il, ne se séparent pas des cellules de la moelle, mais leur restent attachées par de petits fils qui sont les nerfs des racines postérieures. » Par conséquent, suivant cet auteur, il n'y a jamais de solution de continuité entre la moelle épinière, la racine postérieure et le ganglion.

Peu de temps après que HENSEN eut publié ses recherches, MARSHALL[1] vint confirmer les résultats de BALFOUR, et en partie aussi ceux de HIS. Cet observateur décrit chez le poulet une crête neurale (neural ridge) qui se forme à l'endroit où l'ectoderme se recourbe pour donner naissance au tube médullaire, et qui apparaît à une époque où ce dernier n'est pas encore fermé. Comme on le voit, cette crête neurale n'est autre chose que le cordon intermédiaire de HIS. Quant au développement ultérieur des nerfs spinaux, les recherches de MARSHALL concordent presque entièrement avec celles de BALFOUR.

L'hypothèse de HIS n'ayant pas reçu un accueil très favorable, comme on l'a vu, ce naturaliste fit de nouvelles recherches en contrôlant les observations de BALFOUR et

lung des Kaninchens und Meerschweinchens. *Zeitsch. für Anat. und Entwick.*, 1876.

[1] Milne Marshall, On the early stages of development on the nervs in birds. *Journal of Anat. and Physiol.*, 1877. — Milne Marshall, The development of the cranial nervs in the chick. *Quart. Journ. of microsc. Science*, 1878.

de MARSHALL. Le résultat fut le même que la première fois, et HIS maintint complètement ses premières conclusions [1]. Il admit que les racines antérieures apparaissaient avant les postérieures, sous la forme de fibres très minces partant de la moelle épinière et ne présentant pas de structure cellulaire. Relativement aux racines postérieures, il montra, d'après des raisons théoriques, qu'elles se développent aux dépens du ganglion pour se rendre de là au tube médullaire.

KÖLLIKER, dans l'édition française de son Traité d'embryologie [2] abandonne l'idée de la formation mésodermale des ganglions spinaux. Il se range complètement à l'opinion défendue par BALFOUR, HENSEN et MARSHALL. Les recherches qu'il a faites à ce sujet ne sont pas très étendues, mais elles confirment entièrement celles des auteurs précités.

Le dernier ouvrage dont je parlerai est celui de SAGEMEHL [3], qui a été publié en 1882. Cet auteur a étudié le développement des nerfs spinaux chez *Petromyzon planeri*, le brochet, *Rana temporaria*, *Lacerta vivipara*, le poulet et le chien. Il arrive à cette conclusion que « les ébauches des ganglions se forment aux dépens d'un prolongement en forme de bordure qui se trouve de chaque côté et sur toute la longueur de la moelle épinière, dans sa partie dorsale et latérale. Ce prolongement croît et s'avance entre le tube médullaire et les protovertèbres. Il

[1] His, Ueber die Anfänge des peripherischen Nervensystems. *Archiv. für Anat. und Entwick.*, 1879.

[2] Kölliker, Embryologie de l'homme et des animaux supérieurs. Traduction de l'allemand par Aimé Schneider, revue par l'auteur, 1882.

[3] Sagemehl, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere, 1850-1855.

se divise alors pour former les ganglions qui sont placés ordinairement au milieu du somite. Les ganglions se séparent aussi du tube médullaire. Ils se trouvent, pendant quelque temps, placés des deux côtés de ce dernier, sans avoir aucune liaison avec lui. La racine nerveuse dorsale, qui rétablit la communication interrompue, ne se forme que plus tard, très probablement par croissance de fibres nerveuses à partir du tube médullaire ; dans tous les cas, elle est fibreuse dès le commencement. Ce dernier point peut aussi s'appliquer à la racine ventrale qui est visible un peu avant la racine dorsale. »

Sagemehl n'a pas observé de cordon intermédiaire ; il regarde la première ébauche nerveuse comme provenant du tube médullaire et se trouve d'accord, sur ce point, avec Balfour. Pour le reste, il se rattache aux vues de His, car d'après ses données, ce prolongement du tube médullaire ne forme que le ganglion spinal. Cependant il diffère encore de cet auteur relativement à l'origine des fibres qui composent la racine dorsale. Il admet, en effet, qu'elles prennent naissance dans le tube médullaire et qu'elles se rendent de là au ganglion, tandis que His admet le mode de développement inverse.

D'après ce qui vient d'être dit, on voit donc que les opinions les plus diverses se sont fait jour au sujet du développement des nerfs spinaux. On peut les résumer dans le tableau suivant:

Von Baer, Remak, Bidder et Kupffer, et Gœtte admettent que le ganglion spinal est une formation mésodermale.

Balfour, Hensen, Marshall, Kölliker et Sagemehl le font provenir du tube médullaire.

His lui reconnaît comme origine un cordon intermé-

diaire placé entre la moelle épinière et le feuillet corné.

Les racines postérieures ont une constitution cellulaire et se développent de la même ébauche qui fournit le ganglion suivant BALFOUR, HENSEN, MARSHALL et KÖLLIKER.

Elles ne présentent jamais de constitution cellulaire, mais sont formées par des fibres très minces partant du ganglion pour se rendre à la moelle, suivant HIS, et partant de la moelle pour se rendre au ganglion, suivant SAGEMEHL.

Les racines antérieures ne présentent à aucun stade du dévelopement un aspect cellulaire, mais sont composées de fines fibrilles partant du tube médullaire, d'après BIDDER et KUPFFER, HIS et SAGEMEHL.

Elles sont formées par un prolongement de cellules qui part du tube médullaire, suivant BALFOUR et MARSHALL.

II

Mes recherches ont été faites sur des embryons de Tritons obtenus au moyen de la fécondation artificielle. J'ai eu quatre espèces de ces animaux à ma disposition, à savoir : *T. cristatus, T. alpestris, T. palmatus* et *T. tæniatus.* Je n'ai pas pu utiliser les deux premières espèces, car il m'a été impossible d'en obtenir artificiellement des embryons. Par contre, j'ai eu sous ce rapport d'excellents résultats avec les deux autres. Cependant, lorsque la détermination de l'âge exact n'est pas indispensable, on peut facilement se procurer des embryons de *T. cristatus* qui se trouvent, au printemps, attachés aux feuilles des plantes aquatiques. Ils sont facilement reconnaissables à leur couleur d'un blanc laiteux, et sont plus gros que ceux des

autres espèces. Somme toute, c'est le *T. tæniatus* qui m'a fourni les meilleurs résultats.

La fécondation artificielle a l'avantage de permettre la détermination exacte de l'âge de l'embryon, à quelques minutes près. Ceci est d'une grande utilité dans les recherches embryologiques, mais on ne doit pas y ajouter une importance exclusive. Il arrive souvent dans le cours du développement des Tritons, de même que chez d'autres animaux, que l'on rencontre parmi des embryons fécondés à la même heure des différences très notables. Par conséquent, lorsqu'on a besoin d'étudier plusieurs embryons offrant le même stade de développement, il est bon de n'accepter leur égalité d'âge que sous bénéfice d'inventaire. On doit faire en sorte d'avoir le plus possible de sujets fécondés au même moment, et éliminer ceux qui présentent un développement plus rapide ou plus lent que la moyenne.

La méthode que j'ai employée pour la fécondation artificielle, est celle qui est indiquée par le prof. O. Hertwig. Voici en quoi elle consiste : On ouvre d'abord une femelle dont on prend les oviductes. On les coupe, dans un verre de montre, en autant de morceaux qu'ils renferment d'œufs. Ce derniers sont expulsés par les contractions des parois de l'oviducte. On peut, dans tous les cas, faciliter leur sortie en se servant d'une petite pince et d'une aiguille recourbée. Une fois qu'on a rassemblé de cette manière les œufs de plusieurs femelles, on verse dans un autre verre de montre quelques gouttes d'une solution de chlorure de sodium à 1 °/₀. On ouvre alors un Triton mâle et l'on détache ses *vasa deferentia* qu'on met dans cette solution. Il faut avoir soin de couper cet organe en petits morceaux pour faciliter la sortie de son contenu. Les zoospermes, que l'eau pure tue immédiatement, vivent

très bien dans le liquide indiqué. Ces préparatifs étant terminés, il ne reste plus qu'à verser quelques gouttes de la solution contenant les zoospermes dans le verre de montre où se trouvent les œufs. Ceux-ci doivent ensuite être mis pendant une heure dans une chambre humide. Après cela on les transporte dans l'eau pure, et au bout de quelques heures on peut déjà observer les premières traces de la segmentation.

Pour durcir les jeunes embryons, j'ai employé le liquide recommandé par le prof. O. Hertwig. C'est un mélange d'acide acétique à 2 °/₀ et d'acide chromique à 0,5 °/₀. Après avoir séjourné 10 à 12 heures de temps dans ce liquide, les embryons sont suffisamment durcis pour qu'il soit possible d'enlever leurs enveloppes sans les gâter. On les met ensuite dans l'alcool à 70 °/₀. Les embryons plus âgés (9 jours et au delà) peuvent être débarrassés de leurs enveloppes pendant qu'ils sont encore dans l'eau. On peut alors les traiter directement par l'alcool à 70 °/₀.

Pour la coloration, j'ai employé le carmin-borax de Grenacher, l'hœmatoxyline et le picro-carmin. C'est le carmin-borax qui m'a fourni les meilleurs résultats, surtout lorsqu'il s'agissait d'embryons très jeunes. On peut obtenir aussi des colorations doubles assez bonnes, en traitant d'abord l'embryon par le carmin-borax, puis ensuite par le bleu de lumière. Ce dernier réactif ne s'attaque pas aux noyaux, mais aux corpuscules vitellins ; il colore aussi, quoique faiblement, l'enveloppe des cellules.

J'ai pratiqué plusieurs séries de coupes sur des embryons de *T. tæniatus* et *T. cristatus* au moment où le canal médullaire est encore ouvert, mais jamais, à ce stade, je n'ai pu apercevoir la moindre trace indiquant la présence d'une ébauche ganglionnaire. Il est vrai que l'étude des

embryons de Tritons de cet âge est excessivement difficile, car les cellules sont remplies de corpuscules vitellins qui en rendent les délimitations très peu visibles. J'ai pu cependant obtenir quelques bonnes séries de coupes. Bien que je les aie étudiées très attentivement, je n'ai pas pu y découvrir autre chose que ce qu'on trouve représenté dans l'ouvrage d'O. Hertwig : Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere (Pl. III, fig. 5 et 6). Sur les coupes dont cet auteur donne des figures, de même que sur celles que j'ai observées, on ne voit ni gouttière, ni cordon intermédiaire.

C'est sur un embryon de *T. tæniatus* âgé de 3 jours et 16 heures que j'ai vu la première trace d'une ébauche ganglionnaire. A ce stade, l'embryon est encore recourbé sur lui-même. Son canal médullaire est refermé et l'on voit déjà, à l'extérieur, les vésicules optiques. En pratiquant des coupes sur cet embryon, j'ai obtenu l'image qui est représentée à la fig. 1, Pl. I. Toutes les cellules sont également remplies de corpuscules vitellins. Le mésoderme (*Mes*) monte à peu près jusqu'à mi-hauteur du tube médullaire (*M*); il est accolé contre celui-ci ainsi que contre la corde et une partie de l'entoderme. Il ne s'est pas encore divisé longitudinalement pour former les somites. De chaque côté du tube médullaire part un prolongement cellulaire (*Eg.*) qui prend naissance à peu de distance du sommet. Il descend de là vers le côté ventral en recouvrant à peu près le quart du tube médullaire. Il existe toujours une ligne de démarcation (mais pas d'espace libre) entre l'ectoderme et les prolongements cellulaires, de même qu'entre l'ectoderme et le sommet du tube médullaire. Par contre, on ne voit pas de séparation entre le tube médullaire et la partie dorsale de ces prolongements. Ces

derniers sont donc de simples proliférations des côtés du tube médullaire. Ils ne se présentent pas sous le même aspect dans toutes les parties de l'embryon, car, en plusieurs endroits, ils sont beaucoup moins développés. Au stade que je viens de décrire, l'embryon étant recourbé sur lui-même, on ne peut obtenir que quelques coupes qui soient transversales et je n'ai pas pu, par conséquent, observer la disposition de ces prolongements cellulaires sur toute la longueur du tube médullaire. Il m'a semblé cependant, que le tube médullaire présentait toujours le long de sa partie dorsale une légère prolifération de cellules formant une sorte de bourrelet. Ce bourrelet enverrait de distance en distance des prolongements semblables à ceux que je viens de décrire.

Lorsque l'embryon est âgé de 9 jours et 4 heures, il n'est plus recourbé sur lui-même. La queue seule est encore recourbée du côté ventral; on n'y distingue pas encore de repli cutané. La vésicule auditive se voit déjà et, au-dessus d'elle, apparaissent les branchies externes sous la forme de petits bourgeons. On remarque en outre les premières traces des somites. Sur les coupes faites à travers cet embryon, on voit que le prolongement cellulaire ou, pour mieux dire, l'ébauche ganglionnaire a grandi, et qu'elle est descendue le long du tube médullaire auquel elle reste toujours attachée dans sa partie supérieure. On ne peut pas voir la délimitation des cellules qui la composent, mais les noyaux sont très nombreux, surtout dans la partie qui s'avance du côté ventral.

La fig. 2, Pl. I, représente une coupe à travers un embryon un peu plus avancé, âgé de 6 jours et 22 heures et sur lequel la queue est pourvue de ses replis cutanés et s'est déjà redressée. Les somites se sont élevés et montent

jusqu'au niveau de la partie dorsale du tube médullaire. L'ébauche ganglionnaire (*Eg*) a encore une forme peu déterminée, mais elle est toujours nettement délimitée des somites (*s*) et du tube médullaire (*M*), sauf au point où elle est réunie à ce dernier. En outre, la partie qui s'avance du côté ventral est beaucoup plus grosse et contient beaucoup plus de noyaux que la partie opposée. Celle-ci s'est amincie et, sur la coupe que j'ai représentée, elle s'est un peu soulevée du côté droit, et n'est plus en contact immédiat avec le tube médullaire. Les corpuscules vitellins sont encore répandus dans toutes les cellules de l'embryon. Cependant, ils sont en moins grand nombre dans l'ébauche ganglionnaire. A mesure que le développement progresse, l'ébauche ganglionnaire descend toujours plus du côté ventral, comme on peut le voir sur la fig. 3, Pl. I (embryon de 7 jours 23 heures). La coupe qui est représentée ici n'est pas exactement transversale et ne montre que l'ébauche ganglionnaire de droite. Celle-ci est arrivée à peu près au niveau de la corde dorsale. Elle a pris la forme d'une bourse et présente deux parties distinctes : 1° la partie antérieure (*G*) qui est très épaisse et remplit tout l'espace compris entre le tube médullaire et le somite. A première vue, elle semble être formée uniquement de noyaux pressés les uns contre les autres, mais, sur la figure, je n'ai représenté que les noyaux qui se trouvent dans un seul et même plan optique. 2° La partie postérieure (*Rp.*) qui est très mince et réunit la partie antérieure au côté dorsal du tube médullaire. Elle est composée de cellules allongées en forme de fuseaux et l'on n'y distingue que de rares noyaux. Elle ne touche plus le tube médullaire, sauf à son point d'attache, et n'est plus en contact avec le somite. Par contre, la partie antérieure,

comme on vient de le voir, a conservé son contact avec le tube médullaire et le somite.

La fig. 4, Pl. I, représente une coupe transversale d'un embryon âgé de 10 jours. Les muscles commencent à se former dans les somites. Le long du tube médullaire on voit la substance blanche (*Sb*) qui est déjà très abondante à l'endroit d'où partent les racines antérieures et va en diminuant du côté dorsal. La partie antérieure de l'ébauche ganglionnaire n'est plus attenante au tube médullaire. Elle forme le ganglion spinal (*G*). Sa partie ventrale s'amincit et se continue, entre la corde dorsale et le somite, pour donner naissance au nerf spinal (*N*). Le ganglion spinal renferme encore de nombreux noyaux, qui sont cependant moins visibles que dans les stades précédents (bien que les embryons aient été traités de la même manière). Les corpuscules vitellins ont presque entièrement disparu de l'ébauche ganglionnaire. Ils sont encore visibles dans les cellules de tous les autres organes de l'embryon. La partie postérieure de l'ébauche ganglionnaire forme la racine postérieure (*Rp.*) du nerf spinal et reste toujours attachée au tube médullaire. Elle est excessivement mince et, en l'examinant de près, on y reconnaît une structure fibrillaire. On voit aussi la racine antérieure (*Ra.*) du nerf spinal, qui part de la substance blanche du tube médullaire et se rend à la partie antérieure du ganglion. Elle se réunit à celui-ci à l'endroit où il commence à s'amincir pour donner naissance au nerf spinal. Sur la préparation qui est représentée, les deux racines ne se trouvaient pas dans le même plan optique. En outre, sur des coupes exactement perpendiculaires au grand axe de l'embryon, on ne rencontre pas les deux racines sur le même plan.

Les coupes longitudinales ne m'ont pas fourni de résultats bien satisfaisants. En effet, aux stades précoces l'embryon est recourbé sur lui-même et, par conséquent, on n'obtient pas de coupes longitudinales du tube médullaire. Plus tard l'embryon s'étend et subit bientôt une légère courbure en sens contraire, qui présente, quoique à un moindre degré, le même désavantage. J'ai donné à la Pl. I, fig. 5, une coupe longitudinale d'un embryon de 7 jours et 23 heures, c'est-à-dire du même âge que celui dont la fig. 3 représente une coupe transversale. Il n'y a qu'une petite partie du tube médullaire qui se trouve comprise dans cette coupe. On y rencontre, entre les somites et la portion visible du tube médullaire, quelques ébauches ganglionnaires (*Eg*) qui se distinguent facilement des cellules du tissu conjonctif environnant. Elles se présentent sous la forme de petits amas de cellules dont on ne peut pas bien distinguer les contours, mais dont on voit les noyaux vivement colorés et très rapprochés les uns des autres. Cette figure nous montre que les ébauches ganglionnaires de chaque côté, sont placées exactement vis-à-vis les unes des autres, et correspondent au milieu de chaque somite[1]. On voit que le tube médullaire est coupé obliquement, de telle sorte qu'en arrière, la figure en représente la partie inférieure qui disparaît plus loin pour faire place à la corde dorsale (*C*). On doit remarquer que les ébauches ganglionnaires qui se trouvent en avant

[1] Owsjannikow (*Bull. de l'Acad. St-Pétersbourg*, 1867) a démontré que chez l'*Amphioxus* les nerfs ne sont pas placés symétriquement des deux côtés de la moelle épinière, comme chez les autres Vertébrés, mais qu'ils alternent entre eux. Ce fait a été confirmé par Stieda (*Mém. Acad. St-Pétersbourg*, 1873). Hatschek (*Arbeit. Zool. Inst. Wien*, 1881) a montré que les somites présentaient la même alternance et que, par conséquent, les nerfs correspondaient toujours aux intervalles qui se trouvent entre les somites.

renferment des noyaux qui sont très serrés les uns contre les autres. Ceci résulte du fait que la coupe rencontre ici la partie de l'ébauche ganglionnaire qui donnera naissance au ganglion, tandis qu'en arrière, elle traverse la partie qui deviendra la racine postérieure. Celle-ci, comme on l'a vu, est déjà très amincie, à ce stade, et ne présente que de rares noyaux. C'est pourquoi les ébauches ganglionnaires sont très peu visibles, en arrière, et ne peuvent guère être distinguées du tissu conjonctif qui les entoure. La coupe en question se trouve être un peu inclinée à gauche (ce qui se voit, du reste, en comparant les deux côtés du tube médullaire), et si la première ébauche ganglionnaire de gauche est beaucoup plus petite que celle de droite, cela tient à ce que son extrémité seule se trouve prise par la coupe.

Je n'ai pas de renseignements très détaillés au sujet du développement des racines antérieures. Cependant, je puis dire que je les ai vues pour la première fois chez des embryons de 7 jours et 23 heures. Chez des embryons de 10 jours, elles sont complètement formées, partent de la substance blanche du tube médullaire, et rejoignent le nerf à l'endroit où il quitte le ganglion. Elles se trouvent donc placées à côté du ganglion et souvent même, sur des coupes transversales, leur parcours est caché en partie par ce dernier. C'est ce qui est arrivé sur la coupe représentée à la fig. 4, Pl, I. Je n'ai jamais pu y découvrir de structure cellulaire, comme BALFOUR le montre chez des embryons de *Torpedo* (voir: Development of Elasmobranch Fishes, Pl. XIII, fig. 5). Les racines antérieures m'ont toujours présenté un aspect fibrillaire.

Mes recherches m'ont donc conduit à ce résultat, que chez les Tritons (et principalement chez le *T. tæniatus*) le

système nerveux spinal se développe de la manière suivante. A partir du 3me jour, il se forme des prolongements cellulaires qui partent des deux côtés du sommet du tube médullaire déjà refermé. Ces prolongements ne sont pas en connexion avec l'ectoderme. Ils se dirigent des deux côtés du tube médullaire, vers la face ventrale. On les rencontre de distance en distance ; ils sont probablement réunis tous ensemble au moyen d'un cordon cellulaire, qui se trouve le long de la ligne médiane et dorsale du tube médullaire, et dont ils ne sont que des prolongements latéraux. Avant le 3me jour, on ne rencontre aucune formation semblable à celles que His a décrites et qu'il nomme cordon et gouttière intermédiaires. Lorsque l'embryon grandit, ces prolongements cellulaires ou ébauches ganglionnaires s'allongent et descendent dans l'espace compris entre le tube médullaire et les somites. La partie antérieure ou ventrale de l'ébauche ganglionnaire augmente de volume, tandis que l'autre partie s'amincit et reste toujours attachée au tube médullaire. C'est cette partie mince qui forme la racine postérieure du nerf spinal, tandis que la partie renflée qui lui fait suite devient le ganglion spinal. Celui-ci se rétrécit de nouveau à son extrémité ventrale, et donne naissance au nerf spinal qui se dirige entre la corde et le somite. Quant à la racine antérieure, elle se développe indépendamment de l'ébauche ganglionnaire. On la voit apparaître lorsque cette dernière s'est différenciée en ganglion et racine postérieure. Elle part de la substance blanche du tube médullaire et vient se réunir au nerf, à l'endroit où il sort du ganglion. Sa formation ne ressemble nullement à celle de la racine postérieure et l'on n'y remarque pas de structure cellulaire, mais elle paraît composée d'un faisceau de fines fibrilles.

III

Si l'on veut maintenant rapprocher les résultats que j'ai obtenus chez les Tritons, de ceux qu'ont obtenus His, Balfour, Marshal et Sagemehl, chez d'autres Vertébrés, on verra qu'ils en diffèrent notablement. En premier lieu, comme je l'ai dit, je n'ai vu aucune trace du cordon intermédiaire de His. Cet auteur, dans le dernier travail cité[1], représente sur la Pl. XVII, fig. 13 *a*, une coupe d'un embryon de grenouille dont le tube médullaire n'est pas encore refermé. Sur cette figure, la lettre *Z* indique le cordon intermédiaire. J'avoue qu'il m'est impossible de reconnaître là une formation pouvant porter ce nom. J'ai fait beaucoup de coupes de Tritons à ce stade du développement, et j'en ai obtenu qui sont à peu près semblables à celles que représente His, mais je n'y ai jamais vu non plus de cordon intermédiaire. Je crois que His a été un peu trop loin en voulant démontrer la présence de ce cordon intermédiaire chez tous les Vertébrés. Chez le poulet, d'après les recherches de ce naturaliste et de Marshall, on n'en peut pas nier l'existence, mais encore ne le voit-on clairement que dans la région de la tête (loc. cit. Pl. XVII, fig. 3 *c*, *f*). Ce que His représente comme cordons intermédiaires, dans les autres parties du corps, ce sont des formations que l'on a beaucoup de difficultés à ramener au schéma qu'il donne à la page 465. Je ne vois pas non plus de cordon intermédiaire sur les coupes

[1] His, Ueber die Anfänge des peripherischen Nervensystems. *Archiv für Anat. und Entwick.*, 1879.

d'embryons d'autres Vertébrés qui sont représentés dans cet ouvrage. His insiste (p. 464) sur ce que la formation qu'il a nommée cordon intermédiaire, chez le poulet, ne doit son existence ni à une prolifération (Wucherung) du tube médullaire, ni à une prolifération du feuillet corné, mais à une bande de substance particulière placée entre ceux-ci. Et plus loin il ajoute : « Pour moi, le feuillet corné commence seulement là où l'ébauche ganglionnaire finit, et l'ébauche ganglionnaire commence là où le tube médullaire finit. » Ceci peut être vrai pour le poulet, mais en voulant démontrer le même mode de développement chez les autres Vertébrés, His représente des coupes d'embryons de saumon et de chat (Pl. XVII, fig. 14 et 15) qui sont loin de fournir des preuves évidentes à l'appui de l'opinion qu'il avance. Sur ces figures (principalement sur la fig. 15 représentant une coupe d'embryon de chat), le cordon intermédiaire part du feuillet corné, et l'on a d'autant plus de peine à se représenter qu'il formait primitivement la délimitation entre ce dernier et le tube médullaire que l'on voit encore une bande de feuillet corné entre le cordon intermédiaire de droite et celui de gauche.

Le « Neural ridge » de Marshall est la même formation que le cordon intermédiaire de His, mais Marshall l'a décrite seulement chez le poulet. Il est évident que lorsque le cordon intermédiaire se trouve placé exactement entre le tube médullaire et le feuillet corné, on peut discuter très longtemps pour savoir s'il provient du feuillet corné ou du tube médullaire, ou encore, si c'est une formation indépendante qui doit son existence à une bande de substance particulière. Il me semble que cette discussion n'a pas toute l'importance que His paraît lui attribuer. Cet

observateur est du reste obligé d'admettre que le cordon intermédiaire n'occupe pas exactement la même place dans toutes les régions du corps (comparez, à la planche XVII, les figures 3 *a-h*). Les remarquables recherches de BALFOUR sur les Élasmobranches, ainsi que celles de SAGEMEHL sur plusieurs Vertébrés, et celles que je viens de communiquer au sujet des Tritons, arrivent à des résultats qui ont beaucoup de rapport avec ceux de HIS, relativement à la formation première de l'ébauche nerveuse. Ils n'en diffèrent qu'en deux points. Le premier est relatif à l'absence de gouttière intermédiaire. Cependant, il n'y a qu'à jeter un coup d'œil sur les dessins de HIS pour se convaincre que la gouttière se rencontre très rarement dans le cordon intermédiaire (à l'exception de quelques coupes dans la région de la tête du poulet). La seconde différence consiste en ce que l'ébauche nerveuse part du sommet du tube médullaire, au lieu de partir d'un point situé entre ce dernier, avant sa fermeture, et le feuillet corné. La différence n'est pas bien grande. En admettant qu'à l'époque où le sillon médullaire est encore largement ouvert, la partie de l'ectoderme qui est placée à ses bords immédiats soit chargée de fournir plus tard l'ébauche des nerfs spinaux, si cette partie se développe avant que le tube soit refermé, nous aurons la formation que HIS et MARSHALL nous montrent chez le poulet, mais si elle ne se développe qu'à une époque où le tube médullaire est refermé et séparé du feuillet corné qui le recouvre, l'ébauche nerveuse devra prendre naissance aux dépens du feuillet corné ou du tube médullaire. C'est ce dernier mode de formation qui a lieu chez les Vertébrés étudiés par BALFOUR, SAGEMEHL et moi. Sur la coupe d'embryon de chat que HIS représente à la fig. 15, l'ébauche

nerveuse semblerait partir du feuillet corné. Cependant, Sagemehl, d'après ses recherches sur le poulet, le lézard et le chien, déclare (p. 31) que cette formation qui part du feuillet corné et à laquelle His donne encore le nom de cordon intermédiaire, n'est nullement en relation avec le développement des ganglions. Il l'a observée, et a vu qu'elle disparaissait avant que le cordon ganglionnaire ait apparu. Celui-ci, du reste, occupe une autre place.

Mes recherches sont d'accord avec celles de Hensen, en ce qui concerne le développement de la racine postérieure. Celle-ci est formée par la même ébauche que le ganglion ; elle est composée de cellules qui s'allongent et deviennent fusiformes. Elle reste toujours attachée au tube médullaire. C'est sur ce dernier point seulement que mes résultats diffèrent de ceux de Balfour et de Marshall. Comme on l'a vu, Balfour, quoique ne s'expliquant pas très clairement à ce sujet, paraît admettre que la racine postérieure se détache du tube médullaire, à un moment donné, pour s'y rattacher un peu plus tard. Je n'ai jamais observé ce fait chez les Tritons, car, dans tous les stades que j'ai étudiés, la racine postérieure restait attachée au tube médullaire. Je dois cependant faire remarquer que la racine étant très mince, il est assez difficile d'obtenir des coupes qui la traversent dans toute sa longueur. Le plus souvent on n'en voit qu'une partie, et, dans la majorité des cas, on ne rencontre que le ganglion qui paraît complètement séparé du tube médullaire. Cet aspect peut très souvent induire en erreur, lorsqu'on n'examine pas avec soin les coupes voisines. Sur la fig. 4, Pl. I, on voit, à gauche du tube médullaire, une partie de la racine ainsi que quelques cellules appartenant au ganglion. L'image se complète, il est vrai, lorsqu'on regarde les autres coupes de la série,

mais si cette rupture artificielle avait eu lieu un peu plus haut, on aurait pu croire que la racine s'était séparée naturellement du tube médullaire.

On pourrait m'objecter que la racine se détache à un stade plus avancé que celui que j'ai observé en dernier lieu. Cette objection ne me semble pas être d'une grande portée. En effet, au stade où BALFOUR démontre la formation d'une réunion secondaire, l'ébauche ganglionnaire est beaucoup moins développée que celle que je représente à la fig. 4. La racine postérieure, le ganglion et le nerf sont composés de cellules ayant partout la même apparence, et, par conséquent, n'étant pas encore différenciées. Par contre, si l'on regarde la figure que j'ai donnée, on verra que la racine postérieure est composée de cellules fusiformes, et présente déjà un aspect fibrillaire. Le ganglion est formé de gros noyaux serrés les uns contre les autres, et son prolongement donne naissance à un nerf que l'on peut suivre assez loin, entre la corde et le somite. La racine antérieure est aussi complètement formée, et réunie aux parties précédentes. Il serait donc peu naturel (et cela ne concorderait avec les données d'aucun observateur) d'admettre le détachement de la racine postérieure à une époque aussi avancée du développement des nerfs spinaux.

Les résultats que j'ai obtenus pour le développement de la racine postérieure, sont en contradiction, comme on l'a vu plus haut, avec ceux de HIS et de SAGEMEHL. A cet égard, je dois faire une observation. Ces auteurs admettent que la racine postérieure est formée par des fibres nerveuses qui rétablissent la réunion entre le ganglion et le tube médullaire. Ils discutent même pour savoir si ces fibres nerveuses se développent à partir du ganglion pour

se rendre à la moelle, ou vice versa. Au premier moment, on est tenté de se représenter le ganglion comme étant placé à une certaine distance du tube médullaire. Or, en examinant les figures que donne SAGEMEHL, on verra qu'il n'en est rien. Les figures 7 à 15 de la Pl. II nous montrent le développement des nerfs spinaux du lézard. Sur les figures 11 à 12, le tube médullaire a des contours parfaitement tranchés, et le ganglion spinal est accolé immédiatement à ses côtés. Sur la fig. 13, le tube médullaire a encore ses contours nettement limités (sauf au point où apparaît la racine ventrale), mais le ganglion ne le touche plus sur toute sa longueur. Il s'en est séparé de côté, tandis qu'il lui reste étroitement accolé dans la partie où doit apparaître la racine dorsale. Supposons qu'il se trouve dans cette partie quelques cellules qui ne soient pas aussi bien délimitées que celles que nous montre SAGEMEHL, et qui établissent, par conséquent, une communication entre le ganglion et la moelle. Lorsque le ganglion s'éloignera davantage de la moelle (voir fig. 14 de SAGEMEHL) ces cellules s'allongeront en fuseaux, et leurs prolongements prendront l'aspect de fibres nerveuses. La racine dorsale se formera ainsi d'une façon identique à celle qui a été décrite par BALFOUR, HENSEN, MARSHALL et moi. J'ai fait cette supposition parce que j'ai eu souvent l'occasion d'observer des coupes sur lesquelles le tube médullaire présentait à première vue des contours qui semblaient être parfaitement délimités. Les ganglions spinaux se trouvaient sur ses côtés. Ces coupes paraissaient donc, au premier moment, parler en faveur de l'opinion de HIS et SAGEMEHL, mais en les étudiant de très près, j'ai toujours vu quelques cellules établissant la communication entre le tube médullaire et le ganglion. SAGE-

MEHL dit en outre que les fibres nerveuses, qui formeront la racine dorsale, prennent naissance dans le tube médullaire et se rendent de là dans le ganglion. Elles n'auront pas un trajet bien long à faire, puisqu'en cet endroit les deux parties qu'elles doivent réunir sont étroitement accolées l'une contre l'autre. Ce fait rend fort difficile la discussion à laquelle se livrent HIS et SAGEMEHL, pour savoir si les fibres nerveuses partent du tube médullaire pour aboutir au ganglion, ou vice versa.

J'ai déjà dit à propos des racines ventrales que je n'avais jamais pu y découvrir la constitution cellulaire décrite par BALFOUR et MARSHALL. Je suis d'accord, sur ce point, avec BIDDER et KUPFFER, HIS et SAGEMEHL. Je dois ajouter, cependant, que la première fois que je les ai observées, c'est-à-dire sur un embryon de 7 jours et 23 heures, elles étaient déjà assez grandes. Je n'ai pas pu, par conséquent, en étudier la formation première. Les cellules de tissu conjonctif dispersées autour de la corde, peuvent souvent induire en erreur. Sur la coupe que j'ai représentée à la fig. 3 Pl. I, on voit justement, au-dessous du ganglion, une de ces cellules qui touche le tube médullaire. On pourrait croire à un commencement de formation de la racine ventrale. Il n'en est rien, car sur cet embryon, les racines sont déjà formées, mais ne se trouvent pas placées directement au-dessous des ganglions ; c'est pour cela qu'on ne les voit pas sur la figure indiquée.

Les résultats que j'ai obtenus dans mes recherches, me conduisent donc aux conclusions suivantes :

Chez les Tritons, le ganglion spinal et la racine dorsale sont formés par un prolongement cellulaire qui prend

naissance au sommet du tube médullaire et qui ne s'en détache jamais.

La racine ventrale se développe plus tard, aux dépens du tube médullaire. Elle présente, dès l'origine (?) une structure fibrillaire, et se réunit secondairement au nerf spinal.

Quoique les conclusions auxquelles je viens d'arriver, diffèrent de celles d'observateurs très distingués, je ne désespère pas, cependant, de les voir prochainement confirmées.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE I

Les lettres ont la même signification sur toutes les figures.

Cd Corde dorsale.
Ect Ectoderme.
Eg Ébauche ganglionnaire.
G Ganglion spinal.
M Tube médullaire.
Mes Mésoderme.
N Nerf spinal.
Ra Racine antérieure du nerf spinal.
Rp Racine postérieure du nerf spinal.
S Somite.
Sb Substance blanche du tube médullaire.

Toutes les coupes représentées sont faites sur des embryons de *Triton Tæniatus*.

Fig. 1. Coupe transversale d'un embryon de 3 jours 16 heures. Leitz oc. I, obj. 5. Cam. La figure est un peu réduite.

Fig. 2. Coupe transversale d'un embryon de 6 jours 22 heures. Leitz oc. I, obj. 5. Cam.

Fig. 3. Coupe transversale d'un embryon de 7 jours 23 heures. Leitz oc. I, obj. 5. Cam.

Fig. 4. Coupe transversale d'un embryon de 10 jours. Leitz oc. 1, obj. 5. Cam. La figure est un peu réduite.

Fig. 5. Coupe horizontale d'un embryon de 7 jours 23 heures. Leitz oc. I, obj. 3. Cam.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE

ÉTUDIÉS PAR LA COMMISSION SISMOLOGIQUE SUISSE

pendant l'année 1881

2me RAPPORT [1]

PAR

M. F.-A. FOREL
de Morges.

Les rapports sur les travaux de la commission sismologique suisse, pendant l'année 1881, viennent de paraître dans l'Annuaire de l'Observatoire tellurique de Berne pour l'année 1881 [2]. Ils comprennent :

1° Un rapport général de M. le prof. A. Heim, de Zurich, sur l'ensemble des tremblements de terre en Suisse.

2° Une étude spéciale sur le tremblement du 27 janvier 1881, par M. le prof. A. Forster, de Berne.

3° Une étude sur le tremblement du 22 juillet, par M. le prof. Ch. Soret, de Genève.

4° Une étude de M. le prof. J. Früh, de Trogen, sur les tremblements de terre observés en Suisse en novembre 1881.

Nous avons encore sur le même sujet : le discours sur l'étude des tremblements de terre de Suisse, prononcé

[1] Voir le 1er rapport sur 1880, *Archives*, VI, 461. Genève 1881.

[2] Jahrbücher des tellurischen Observatoriums zu Bern. Prof. Dr A. Forster. Jahrgang 1881. Bern 1883.

par M. le prof. A. Heim dans l'Assemblée générale de la Société helvétique des sciences naturelles, réunie à Linthal le 11 septembre 1882 [1], et l'essai que j'ai publié dans une revue française sous le titre de : *Les tremblements de terre orogéniques, étudiés en Suisse* [2].

De même que je l'ai fait pour la 1re année des travaux de notre commission, je veux essayer de résumer ici d'une manière générale ces études qui comprennent les douze mois de l'année 1881.

Ainsi que je le disais dans mon 1er rapport, nous avons entrepris, M. Michel-Étienne de Rossi, de Rome, et moi, une revision et unification des échelles d'intensité des secousses, que nous avions proposées, chacun de notre côté : ce travail a abouti, et notre échelle est dorénavant établie comme suit :

I. Secousse microsismométrique, notée par un seul sismographe, ou par des sismographes de même modèle, mais ne mettant pas en mouvement plusieurs sismographes de systèmes différents; secousse constatée par un observateur exercé.

II. Secousse enregistrée par des sismographes de systèmes différents : constatée par un petit nombre de personnes au repos.

III. Secousse constatée par plusieurs personnes au repos : assez forte pour que la durée ou la direction puissent être appréciées.

[1] *Archives*, VIII, 381. Genève 1882.

[2] *Revue mensuelle d'Astronomie populaire*, par C. Flammarion, II, 449, et III, 13. Paris, 1883 et 1884. — J'appelle tremblements de terre *orogéniques* (liés à la formation des montagnes) les phénomènes sismiques qui ont lieu en dehors du territoire des volcans et de l'action volcanique. Je crois ce mot préférable au mot *endogène* qui me semble trop vague et mal déterminé.

IV. Secousse constatée par l'homme en activité; ébranlement des objets mobiles, des portes, des fenêtres, craquements des planchers.

V. Secousse constatée généralement par toute la population ; ébranlement des objets mobiliers, meubles et lits, tintement de quelques sonnettes.

VI. Réveil général des dormeurs: tintement général des sonnettes, oscillation des lustres, arrêt des pendules; ébranlement apparent des arbres et arbustes. Quelques personnes effrayées sortent des habitations.

VII. Renversement d'objets mobiles; chute des plâtras; tintement des cloches dans les églises; épouvante générale, sans dommage aux édifices.

VIII. Chute des cheminées, lézardes aux murs des édifices.

IX. Destruction partielle ou totale de quelques édifices.

X. Grands désastres, ruines; bouleversement des couches terrestres; fentes à l'écorce de la terre, éboulement des montagnes[1].

[1] Pour rapporter à cette échelle revisée les numéros de l'échelle que j'ai utilisée dans mon 1er rapport, il y a à faire le parallélisme suivant:

Échelle Forel 1881.	Échelle de Rossi-Forel 1883.
I, II	I
III	II, III
IV	IV
V	V, VI
VI	VII
VII	VIII
VIII, IX	IX
X	X

Cela dit, je vais donner l'énumération des tremblements de terre observés en Suisse en 1881 ; comme dans mon premier rapport, je vais essayer de grouper les secousses (au nombre de 166 dans le rapport de Heim) en tremblements de terre distincts, en réunissant autour de la secousse principale les petites secousses accessoires, observées peu avant ou peu après dans la même aire d'ébranlement. Le plus souvent ce groupement sera facile et semblera parfaitement naturel ; d'autrefois il sera plus artificiel et, vu surtout l'insuffisance des documents, il aura beaucoup moins de sûreté et de précision. Je distinguerai, quand je le pourrai, ces secousses accessoires en *préparatoires* ou antécédentes, et en *consécutives*, suivant qu'elles arrivent avant ou après la grande secousse.

Tremblements de terre suisses, 1881.

I. Plateau Suisse, 27 janvier.

Des secousses préparatoires sont signalées le 27 janvier de 7-8 h. à Lausanne, 11 h. 10′ Zurich et Olten, 13 h. 30′ Morges[1].

La *grande secousse* a eu lieu le 27 janvier à 14 h. 20′. Le centre d'ébranlement a été à Berne et aux environs, où son intensité a atteint le N° VIII de l'échelle. L'aire sismique a été limitée par le polygone Genève, Brassus, Locle, Mulhouse, Neustadt (Forêt-Noire), Schaffhouse, Frauenfeld, Zell, Schwanden, Lucerne, Interlaken, Martigny,

[1] Pour la désignation de l'heure je me servirai d'une seule série de 24 heures, commençant à minuit. 13 h. 30′ représentera donc 1 h. 30′ après midi. L'heure est toujours rapportée au temps moyen de Berne.

Genève ; elle présente une longueur de 260 kil. parallèle aux Alpes, et une largeur de 155 kil.

Cette secousse principale a été suivie pendant plusieurs jours par une série très longue de secousses accessoires consécutives.

27	janvier,	18 heures,	Berne, Morges, Lausanne, Vullierens.
»	»	21 h. 20′	Berne.
»	»	22 h.-23 h.	Köniz, Gurzelen (près Berne).
28	janvier,	0 h. 30′	Lucerne.
»	»	4 h.	Olten.
»	»	10 h. 4′	Fribourg.
»	»	12 h. 45′	Berne, Belp, Köniz.
»	»	15 h. 15′	Berne.
»	»	21 h. 20′	Bümplitz, Belp.
29	janvier,	20 h. 30′	Ouchy, Lausanne.
30	»	5 h. 2′	et 5 h. 20′ Bâle.
»	»	13 h.	Berne.
31	»	14 h.-16 h.	Bâle.
1	février,	21 h. 30′	Berne et ses environs.
2	»	8 h. 25′	Berne.
3	»	5 h.	Münchenbuchsee.
8	»	17 h. 15′	Berne.
11	»	15 h. 55′	Lochbach près Berthoud.
»	»	21 h. 45′	Wabern près Berne.

Si la réunion des dernières secousses à celle du 27 est légitime, ce tremblement aurait ainsi duré 16 jours.

II. Sion, 3 février.

A 3 h. 40′, secousse unique, intensité III.

III. Schwytz, 5 février.

3 h. 35′, secousse perçue à Einsiedeln, Schwytz, Arth, int. III.

Les deux secousses, dont je fais les tremblements Nos II et III, pourraient être considérées comme étant des secousses consécutives du tremblement N° I. Cependant comme elles sont situées en dehors de l'aire d'ébranlement de la grande secousse du 27 janvier, telle qu'elle nous est connue, je me décide à les décrire comme étant des phénomènes distincts.

IV. Grisons, 14 février.

Une série de secousses d'intensité très faible N° III ont été notées :

13	février,	23 heures,	Filisur.
14	»	5 h. 30′	Filisur, Saint-Moritz.
»	»	6 h. 30′	St-Moritz, Fex-Platta, Ponte, Col de l'Albula.
»	»	6 h. 35′-42′	Col de l'Albula (deux secousses), Bergün, Sils.
»	»	8 h. 30′	Saint-Moritz.

V. Locle, 18 février.

Deux secousses très localisées ont été senties aux Replattes près du Locle le 18 février à 3 h. 21′ et 3 h. 41′. La première a aussi été notée au Locle. Int. III.

VI. Suisse, 3 mars.

La grande secousse a eu lieu le 3 mars à 3 h. 35′; elle a été sentie dans toute la Suisse et les pays voisins.

Nous y relions les secousses accessoires suivantes :

28 février,	1 h. 30′	*Secousses préparatoires.* Winterthur.
2 mars,	21 h. 10′	Sion, Richtersweil.

2 mars,	22 h. 40′	Sion.
3 »	2 h.	Genève, Locle, Aigle, Chamonix, Castelletto (Tessin).
» »	3 h. 5′	Genève, Villard sur Boëge (Savoie).
» »	3 h. 25′	Interlaken et les environs, Därligen.
» »	3 h. 35′	*Grande secousse,* toute la Suisse, etc.
» »	3 h. 40′ à 4 h. 40′	*Secousses consécutives* notées à Olten, Sirnach (Thurgovie), Glaris, Berne, Genève, plusieurs localités du nord de l'Italie, Aigle, Brigue, Realp, Nufenen (Grisons).
4 mars,	2 h. 20′	Frauenfeld et son voisinage.
» »	7 h. 0′	Splügen.

La grande secousse qui a atteint l'intensité N° V dans les cantons de Berne, de Lucerne et du Valais, et même le N° VI à Olten, a eu lieu presque simultanément dans toute l'aire sismique; il n'est du moins pas possible de tirer des observations les plus précises une propagation de l'onde sismique dans un sens ou dans l'autre. La secousse a été sentie dans le polygone limité par Chambéry, Mont Cenis, Lanzo, Ivrea, Biella, le Lac Majeur, le Rheinwald, Coire, le Rhin, le lac de Constance, Schaffhouse, Bâle, Mulhouse, Belfort, Vesoul, la vallée de l'Oignon, Chambéry. Le grand axe de l'aire sismique de Chambéry à Heiden mesure 360 kil. et est parallèle à la chaîne des Alpes et du Jura; le petit axe mesure 175 kil. La surface ébranlée est d'environ 50 mille kilomètres carrés.

Notons que le tremblement de terre d'Ischia qui a

détruit pour la première fois Casamicciola a eu lieu le 4 mars à 2 h. 10′ (heure de Berne). Cela dit sans vouloir rapprocher en rien cet événement purement local, du tremblement du 3 mars, phénomène aussi local.

VII. Wædensweil, 12 mars.

A 3 h. 45′, trois oscillations, intensité IV.

VIII. Valais, 17-19 mars.

Quelques secousses de peu d'importance, int. IV (?), ont été notées.

17 mars,	20 h. 0′	Louèche et Sion.
18 »	18 h. 30′	Louèche, Sion, Viège.
19 »	1 h. 20′	Viège.

IX. Bale, 19 mars.

Le 19 mars à 17 h. 5′ une secousse bien nette, int. III; le 21 mars à 21 h. 45′ nouvelle secousse.

Il serait possible de rattacher les tremblements VII, VIII et IX, au grand tremblement VI, du 3 mars, dont il seraient des secousses consécutives. Cependant les secousses du 17 au 19 mars, en Valais, semblent avoir une individualité bien évidente.

X. Davos, 14 avril.

Une jolie secousse d'intensité IV a été observée le 14 avril à 22 h. à 22 h. 50′ à Alveneu et à Wiesen dans la vallée de Davos.

XI. Suisse occidentale, 9 juin.

Nous rangeons sous ce titre les secousses suivantes:

8 juin,	21 h. 1/2	*Secousses préparatoires.* Pully (Vaud).
»	23 h. 1/2	Vernayaz (Valais).

9 juin,		0 h. 25′	Troistorrents (Val d'Illiers, Valais).
»	»	0 h. 38′	*Grande secousse*, ébranlant la Suisse française et la Savoie.
»	»	3 h.	*Secousses consécutives.* Vevey, Villars sur Ollon, Sion.
»	»	4 h. à 4 $^1/_2$	Aix-les-Bains, Genève, Lausanne, Château-d'Œx, Bex, Champéry.
10	»	20 h. 48′	Fribourg.
»	»	23 h. 50′	Lausanne.

La grande secousse semble avoir été plus effrayante qu'intense: elle a vivement ébranlé les dormeurs, mais d'après les déplacements matériels elle n'a pas dépassé l'intensité n° IV, ce qui est peu de chose, étant donnée l'étendue de l'aire sismique. Celle-ci est limitée par Bienne, Neuchâtel, Orbe, Gex, Genève, Aix-les-Bains, Chambéry, Albertville, Chamonix, le Grand Saint-Bernard, Sion, Interlaken, Berne, Bienne. Son grand axe, parallèle aux Alpes, mesure 210 kil. Son axe transverse 90 kil., sa surface approximative 18 mille kil. carrés.

XII. Interlaken, 14 juin.

Une première secousse assez forte (int. IV) a été sentie, le 14 juin à 1 h. $^1/_2$, dans un territoire bien limité, entourant les lacs de Thoune et de Brienz.

Une seconde secousse plus faible a été notée le même jour à 4 h. 45′ dans le Bernerbödeli (environs d'Interlaken).

XIII. Val de Ruz, 16 juin.

Vers 1 h. un bruit de tonnerre avec frémissement du sol a réveillé les habitants du Val de Ruz ; il n'y a eu ni

balancement, ni secousse, mais bien un frémissement du sol. Le phénomène a été perçu jusqu'à Neuchâtel et au Locle.

XIV. Berne, 20 juin.
A 3 h. et à 4 h. 45′ légères secousses.

XV. Buren, 30 juin.
Légères secousses à Büren (Berne), à 1 h. 7′ 26″.

XVI. Tarentaise, 22 juillet.
Ce tremblement important a été compliqué de secousses accessoires.

20 juillet, 0 h. 36′ 22″ *Secousses préparatoires.* Berne.
21 » 18 h. — 19 h. Genève, Lausanne.
» » 22 h. 15′ Genève, Bière, Marchissy.
» » 23 h. $^1/_2$ Genève, Modane.
22 » 0 h. 5′ 1re *grande secousse.* Centre sismique en Tarantaise et Maurienne, intensité IV et V, ébranlant le Dauphiné, la Savoie, la Suisse française, le plateau Suisse jusqu'à Bâle.
22 » 1 h. 10′ à 2 h. 25′ Quelques *secousses accessoires* sont signalées à Lutry, Marchissy, Genève, Chamonix, Challes, Aix et quelques localités de Piémont et de France.
» » 2 h. Secousse notée à Uriage, Aix, Genève, Chamonix, Marchissy, Lutry.
» » 2 h. 45′ 2me *grande secousse, secousse principale.*
» » 3 h.— 3 h. 40′ *Secousses consécutives,* à Genève, Marchissy, Graglia (Piémont), Allevard, Savone.

22 juillet, 4 h. Chambéry, Genève, Céligny, Nyon, Marchissy, Sonceboz; à Allevard six secousses entre 3 h. 17′ à 9 h. 7′.

23 » 0 h. — 2 h. Morges.

La grande secousse de 2 h. 45′ a été sentie en Piémont, Provence, Dauphiné, Savoie, Franche-Comté, Bourgogne, Bas-Valais, Genève, Vaud, Neuchâtel, Fribourg, Berne, Soleure, Bâle et l'Alsace. Le centre d'ébranlement a été dans le midi de la Savoie entre Saint-Jean de Maurienne, Moutiers, la Chambre, Allevard et Chambéry, la secousse y a atteint l'intensité VIII ou IX. La limite de l'aire sismique est en Suisse, Mulhouse, Bâle, Olten, lac de Thoune, Zinal, Domo-d'Ossola.

L'étude des aires d'intensité décroissante, et l'étude de l'heure de la secousse, ont montré à M. Ch. Soret[1] que l'onde sismique s'est propagée de l'ouest à l'est, de la France vers la Suisse.

XVII. Suisse occidentale, 5 août.

Légère *secousse préparatoire* à Genève, le 4 août vers minuit.

Grande secousse, 5 août. 0 h. 42′ 25″ ± 10″ dans les cantons de Genève, Vaud, le Jura, la Savoie; l'aire sismique est limitée par Neuchâtel, le Brassus, Ambérieu, Chambéry, Grenoble (?), Challes, Modane, Chamonix, Saint-Maurice, Lausanne, Neuchâtel. L'intensité a été faible, nº IV, comparée à l'étendue considérable de l'aire d'ébranlement.

En fait de *secousses consécutives* nous notons :

5 août, 0 h. 48′ Genève, Mont sur Rolle.

[1] Voir son étude spéciale sur ce tremblement de terre.

6 août, 0 h. 30′ Genève, Bex.
» » 2 h. 20′ Valavran près Genève.
» » 4 h. Genève, Neuchâtel.
12 » 22 h. 45′ Genève. Cette dernière secousse se lie peut-être au tremblement de terre suivant.

XVIII. Simmenthal, 12 août.

12 août, sans indication d'heure, secousse signalée à Därstetten et dans tout le haut Simmenthal.
14 » 10 h. Secousse à Diemtigen, Bächlen, Œy, Simmenthal. Intensité IV.

XIX. Suisse occidentale, 21, 22 septembre.

Trois secousses, faibles, intensité III, sont signalées par des rapports peu nombreux :

21 septembre, 21 h. 17′ Genève, Céligny, Lausanne.
» » 23 h. 30′ Genève, Morges, Crissier, Tour de Trême.
22 » 0 h. 15′ Genève, Saint-Prex, Morges, Tour de Trême.

XX. Val d'Illiez, 14 octobre.

Secousse très nette, intensité IV, sentie à Troistorrents et à Monthey (bas Valais), par nombre de témoins. L'heure indiquée par les témoins varie de 2 h. 48′ à 3 h. 24′ ; il y a peut-être eu deux secousses.

XXI. Berne, 17 octobre.

A 0 h. 50′ secousse faible, int. III, constatée par plusieurs personnes en divers quartiers de la ville.

XXII. Engadine, 21 octobre.

A 1 h. 35′ une secousse simple a été sentie à Tarasp, Schulz, Nairs et Fettan, dans la basse Engadine.

XXIII. Nord du canton de Zurich, 27 octobre.

A 22 h. 30′. Une secousse bien nette, n° IV, a été constatée à Rheinau, Andelfingen, Eglisau, Bülach, etc., dans un petit district mesurant 17 $^1/_2$ kil. de diamètre et 320 kil. carrés de surface.

XXIV. Appenzell, 5 novembre.

Une secousse, d'intensité n° IV a ébranlé à 6 h. 0′ une zone parallèle aux Alpes de 88 kil. de long et de 33 kil. de large, limitée par Hérisau, Saint-Gall, Rheineck, Bregenz, Fischen sur l'Iller, Elbingen sur la Lech, Arlberg, Thüringen, Appenzell ; en dehors de cette zone la secousse a été notée à Zurich.

XXV. Suisse occidentale, 4-10 novembre.

Je réunis ensemble une série de secousses qui devraient peut-être mieux être séparées, mais que la rareté des rapports m'empêche de distinguer plus précisément.

4	novembre	15 h. 20′	Rossinières et Château d'Œx.
8	»	18 h.	Rive savoyarde du lac Léman.
»	»	20 h.	Rive savoyarde du lac Léman.
9	»	2 h. 40′	Plainpalais, Genève.
»	»	18 h.	Château d'Œx.
10	»	2 h.	Château d'Œx, Rossinières.

Peut-être ces secousses étaient-elles préparatoires du tremblement N° XXVII, 14 novembre. Celui-ci me semble cependant si bien limité que je le décris à part.

XXVI. Rheinklingen, 12 novembre.

Une secousse, constatée par plusieurs observateurs a été notée à Rheinklingen, Thurgovie, à l'est de Schaffhouse, le 12 novembre à 23 h. 30′.

XXVII. Alpes vaudoises, 14 novembre.

Une belle secousse, intensité IV a ébranlé à 3 h. 55′ la rive droite du Léman, de Cully à Villeneuve, la vallée du Rhône jusqu'à Ollon, les Alpes vaudoises, le Pays d'Enhaut jusqu'à Château d'Œx, Gessenay, Zweisimmen. — D'un autre côté le choc est signalé à Genève.

Une observation de Chamonix parle d'une secousse à 3 h. 30′ qui pourrait être considérée comme une secousse préparatoire.

XXVIII. Suisse, Italie, 16 novembre.

Les diverses secousses des tremblements de terre XXV, XXVI, XXVII pourraient être aussi décrites comme étant des prodromes du grand tremblement du 16 novembre qui a ébranlé toute l'Italie depuis la Sicile jusqu'aux Alpes, et toute la Suisse au nord des Alpes.

Quoi qu'il en soit, celui-ci est déjà assez compliqué si nous lui attribuons les secousses suivantes :

15	novembre	15 h. 40′	*Secousses préparatoires.* Lausanne.
»	»	23 h.	Locle.
16	»	1 h.-2 h.	Martigny.
»	»	2 h.	Vérone. Biella (Italie).
»	»	3 h. 30′	Lausanne.
»	»	4 h.	Milan, Reggio Emilia, Castellaneta (Italie).
»	»	4 h. 25′	Fiume, Bologna, Fermo, Perugia, Rome (Italie).
»	»	5 h. 10′	*Grande secousse.* Italie et Suisse.
»	»	5 h. 55′	*Secousses consécutives.* Velletri (Italie).
»	»	6 h. 10′	Arvigno (Val Calanca).

16 novembre, 7 h. 20′ Florence.
» » 8 h. 56′-10 h.-10 h. 40′ Rome.
» » 22 h. 45′ Lausanne.

Quant à la grande secousse de 5 h. 10′ dont l'intensité en Suisse n'a pas dépassé le N° V elle a eu une aire extrêmement étendue. Elle a été signalée en Italie dans les provinces de Sicile, Calabre, Terre d'Otrante, Terre de Labour, Latium, Romagne, Toscane, Émilie, Piémont, Lombardie, Vénétie. En Suisse elle a présenté deux centres d'ébranlement l'un au nord, l'autre au sud des Alpes; aucune nouvelle ne nous est venue de la chaîne même des Alpes, et il semble vraiment que cette région montagneuse ait été complètement épargnée. M. Früh qui a fait de ce tremblement de terre une étude très soignée, limite comme suit ces deux régions d'ébranlement :

1er centre. La secousse qui a remué les Apennins et toute l'Italie s'est propagée jusqu'en Suisse, où elle a atteint le sud du Tessin, à savoir le lac Majeur et le lac de Lugano; la limite au nord de l'aire sismique passerait par Locarno.

2me centre. Le plateau Suisse et le Jura. L'aire d'ébranlement est limitée par le polygone : Genève, Vallée de Joux, Locle, Delémont, Bâle, Schaffhouse, Heiden, Linthal, Innertkirchen, Martigny, Genève.

L'heure de la secousse est, autant qu'on en peut juger, la même :

Suisse	5 h. 5′ à	5 h. 10′	heure de Berne.
Italie Nord	5 h. 10′ ±	1′	»
» Centre	5 h. 6′ ±	1′	»
» Calabre	5 h. 10′ ±	10′	»
» Sicile	5 h. 15′ ±	5′	»

Pour autant qu'on peut se fier à des données négati-

ves, soit à l'absence d'observations de la secousse dans la chaîne des Alpes, nous aurions donc à choisir entre deux alternatives :

Ou bien, deux tremblements de terre distincts l'un en Italie, l'autre en Suisse, qui ont été simultanés ou presque simultanés.

Ou bien, un tremblement de terre de très grande étendue, allant de Bâle et Schaffhouse en Sicile, et dont l'aire d'ébranlement a été interrompue par une barre transversale formée par la chaîne des Alpes.

XXIX, Nord-est de la Suisse, 18 novembre.

Toute la Suisse nord-orientale a été ébranlée dans la seconde moitié de novembre par une série de secousses, évidemment reliées entre elles. En voici l'énumération.

17	novembre,	5 h. 45′	*Secousses préparatoires* à Saint-Gall.
»	»	22 h.	Arbon, Saint-Gall.
»	»	23 h.	Gais, Trogen, Speicher.
18	»	1 h.	Saint-Gall.
»	»	2 h.	Gais, Speicher, Hérisau.
»	»	2 h. 40′	Mühlehorn (lac de Wallenstadt) Zurich.
»	»	3 h.	Appenzell, Unterwasser, (haut Toggenburg).
»	»	3 h. 45′	Altstetten.
»	»	4 h. 50′	*Grande secousse.* Cantons d'Appenzell, Saint-Gall, Thurgovie, Schaffhouse, Zurich, Glaris, Uri, Schwytz.
»	»	5 h. 35′	*Secousses consécutives* à Feldkirch.
»	»	6 h.	Rheinklingen.

18 novembre, 7 h. Sax, Hérisau.
» » 7 h. 25′ Gams, Haag, Buchs, Hérisau, Vaduz.
» » 10 h. 33′ Gams.
» » 16 h. 45′ Eschen (Lichtenstein).
» » 17 h. 33′ Haag.
» » 23 h. 15′ 2me *grande secousse* plus faible que celle de 4 h. 50′, dans le Rheinthal, le haut Toggenbourg et l'Appenzell (Cette secousse a été simultanée ou à peu près à celle qui a ébranlé à 23 h. 15′-23 h. 25′, la Prusse rhénane, à Mayence, Tournay, Osnabrück, etc.).
19 novembre, 23 h. Appenzell.
20 » 5 h. $\frac{1}{2}$ Buchs.
23 » 3 h. 47′ Gais.
25 » 4 h. 10′ Fläsch.
» » 16 h. 15′ Wallenstadt, Tscherbach, Sargans, Alt-St-Johann.
» » 17 h. 20′ Sargans.
29 » 2 h. 58′ Sargans.

La grande secousse du 17 novembre à 4 h. 50′ a marqué le point culminant de ce beau tremblement de terre qui a duré ainsi une quinzaine de jours. Elle a eu une intensité N° VIII de l'échelle, dans le Rheinthal et l'Appenzell. Mais son aire d'extension n'est pas considérable, elle est limitée par le polygone Amsteg, Klosters, Dornbirn, Stockach, Waldshut, Amsteg.

XXX. Büren, 17-19 novembre.

Ne sachant à quel tremblement principal les rattacher,

j'indique ici des secousses notées à Büren sur l'Aar par un observateur très soigneux.

17 novembre, 19 h. 41′ 48″.
» » 19 h. 55′ 12″.
19 » 1 h. 46′ 23″.

XXXI. Léman et bas Rhone, 25 novembre-4 décembre.

Du 25 novembre au 4 décembre la région du bas Rhône, Alpes vaudoises, lac Léman et Savoie du Nord a été dans un ébranlement continuel caractérisé par quatre grandes secousses et une foule de petites secousses accessoires. Je vais en faire l'énumération :

25 novembre, 16 h. Thonon.
» » 18 h. 25′ 1re *grande secousse.* Intensité VII-VIII dans le centre d'ébranlement, à Aigle. Aire sismique limitée par Sion, Château d'Œx, Bulle, Orient de l'Orbe, Genève, Mélan, Cluse, Chamonix, Orsière ; c'est la plus forte et la plus étendue de la série.
25 novembre, 23 h. 30′ Aigle.
26 » 0 h. 5′ 2me *grande secousse,* d'Aigle à Martigny et Champéry, intensité IV.
» » 0 h. 40′ à 2 h. 30′, diverses secousses à Corbeyrier, Orsières, Monthey, Sion et Aigle.
» » 4 h. Aigle.
» » 5 h. Bex.
» » 7 h. Vevey.

28 novembre,	21 h.	5′	*3me grande secousse,* d'Ollon à Martigny et Troistorrents.
29 »	4 h.	30′	et 6 h. Troistorrents.
30 »	0 h.	45′	Martigny.
1 décembre,	0 h.	30′	Aigle.
4 »	2 h.	54′ 30″	*4me grande secousse,* d'Aigle à Sierre, Saxon, Troistorrents.
» »	3 h.	5′	Troistorrents.
» »	4 h.	27′	Sion.

Avons-nous le droit de considérer comme un seul et même tremblement cette longue série de secousses, avec 4 grandes secousses les 25, 26, 28 novembre et 4 décembre? Elles sont tellement dans la même zone que je crois la chose légitime.

XXXII. Bale-campagne, 26 novembre.

A 3 h. une secousse a été sentie à Waldenburg et à Bennwyl, d'intensité N° IV.

XXXIII. Léman et bas Valais, 17 décembre.

La même région qui nous a donné le tremblement N° XXXI a recommencé à vibrer le 17 décembre ; l'aire sismique s'est cependant un peu déplacée vers l'ouest.

17 décembre,	3 h.	15′	*Secousse préparatoire.* Vevey, Monthey, Chaux-de-Fonds.
» »	6 h.	14′	*Grande secousse.* Valais, Vaud, Savoie.
» »	11 h.	55′	*Secousses consécutives* à Martigny, Monthey, Troistorrents, Champéry.

La grande secousse a été signalée dans le polygone limité par Vevey, Château d'Œx, Saxon, Martigny, Val

d'Illiez, Saint-Jean d'Aulph, Tanninges, Genève, Morges, Vevey, formant un cercle de 140 kil. de diamètre et de 15000 kil. de surface.

Je signale la secousse préparatoire sentie à la Chaux-de-Fonds, bien loin de l'aire sismique continue où la grande secousse a été signalée.

XXXIV. SARGANS, 18 décembre.

Deux secousses ont été senties dans la région du Rhin; nous les réunissons pour simplifier, quoiqu'elles soient séparées par un intervalle de 7 jours.

18	décembre,	4 h. 20′	Sargans, Lichtenstein.
25	»	16 h. 10′	Sargans, Fläsch, Ragatz.

XXXV. ENGADINE, 25-28 décembre.

Une série de secousses dans un district bien limité de l'Engadine, sans grande intensité; la dernière semble avoir été la plus forte, N° V-VI de l'échelle.

25	décembre,	21 h. 10′	Zernetz, Sutz.
»	»	21 h. 30′	Zernetz.
26	»	0 h. 5′	Strada.
»	»	4 h. 16′	Zernetz, Sutz.
27	»	23 h.	Saint-Moritz.
28	»	3 h.	Saint-Moritz.

XXXVI. LAUSANNE, 26-31 décembre.

Je réunis ensemble pour cause de simplification trois secousses signalées à Lausanne :

26	décembre,	18 h. 25′.
31	»	5 h. 50′ et 6 h. 45′.

XXXVII. MARTIGNY, 28 décembre.

A 0 h. 5′ deux secousses sont signalées à Martigny.

Outre ces 37 tremblements que nous estimons parfaitement authentiques, étant donnée la coïncidence des observations qui les ont signalés, j'indiquerai une série de secousses avec la qualification de douteuses. Elles ne nous ont été indiquées chacune que par un seul observateur; or nous nous sommes donnés pour règle de n'accepter comme valables que les tremblements signalés par deux observateurs au moins, indépendants l'un de l'autre. Une bonne partie de ces secousses ont été probablement parfaitement réelles.

Tremblements douteux.

15	mai,		Latsch près Bergün.
26	juillet,	1 1/4, 2 h., 3 3/4,	Chaux-de-fonds.
18	août,	Minuit.	Schaffhouse.
24	»	3 h.	Genève.
13	septembre,	4 h. 14′	Genève.
19	novembre,	7 h. 30′	»
21	»	3 h. 30′ 5 h. 30′	Berne.
22	»	5 h. 45′	Baden.
23	»	0 h. 26′	Genève.
29	»	1 h. 45′	Neuchâtel.
»	»	5 h.	Berne.
30	»	1 h. 45′	Neuchâtel.
6	décembre,	1 h. 35′	Château d'Œx.
9	»	23 h.	Neuchâtel.
12	»	0 h. 5′	Lausanne.
22	»	1 h. 20′	Morges.
24	»	3 h. 10′	Malleray (Jura Bernois).
»	»	4 h. 16′	Morges.

Si je ne fais pas entrer en ligne de compte ces 18 secousses que j'appellerai douteuses, je n'ai pas les mêmes scrupules pour bon nombre de secousses que j'ai désignées comme secousses accessoires des 37 tremblements de terre énumérés plus haut. L'existence de secousses accessoires des grands tremblements de terre est parfaitement démontrée, en particulier par nos études des phénomènes sismiques de 1880 et 1881 ; à côté des grandes secousses, soit avant, soit après, nous voyons une foule de petites secousses locales, peu étendues, peu distinctes qui ébranlent une partie ou l'autre de l'aire sismique. Que l'on en cite une ou deux de trop, cela n'a pas grande importance, et je n'ai pas cru devoir employer pour elles les mêmes règles de critique rigoureuse, que je mets en usage alors qu'il s'agit d'augmenter la liste déjà trop longue des tremblements de terre de l'année.

En résumé les 163 secousses signalées en Suisse pendant l'année 1881 se groupent en 37 tremblements de terre distincts, que je donnerai en tableau. Comme dans mon premier rapport je mettrai en regard l'intensité exprimée d'après notre échelle revisée, et l'extension d'après le plus grand diamètre de l'aire sismique. Au point de vue de l'étendue de l'aire sismique je les divise en cinq classes :

Classe	A	Aire sismique	de moins de 5 kil.
»	B	»	5 à 50 kil.
»	C	»	50 à 150 »
»	D	»	150 à 500 »
»	E	»	500 kil. en plus.

Dans une dernière colonne je donne à ces divers tremblements un chiffre de *valeur* en combinant ensemble les

divers facteurs de l'intensité, de l'extension de l'aire sismique et du nombre des secousses principales et accessoires, et cela de la manière suivante. Je multiplie le facteur d'intensité (numéro de l'échelle de Rossi-Forel) par le facteur de l'extension de l'aire sismique, la classe A représentée par 1 et la classe E par 5. Cela me donne l'importance de la secousse principale. Puis pour y faire entrer les secousses accessoires j'additionne le nombre des secousses accessoires, en donnant la valeur 1 aux petites secousses, 2 aux secousses moyennes, 3 aux secousses fortes ou étendues.

En appelant I le facteur d'intensité,
E le facteur d'extension de l'aire sismique,
n le nombre des secousses accessoires faibles,
n' le nombre des secousses accessoires moyennes,
n'' le nombre des secousses accessoires fortes,

mon chiffre de valeur V du tremblement de terre s'exprimera par la formule

$$V = (I \times E) + n + 2\,n' + 3\,n''$$

Pour permettre une comparaison entre le tableau des tremblements de terre de 1881 avec celui de 1879-1880, je donne ici la valeur formulée ainsi que je viens de le dire des tremblements énumérés dans mon premier rapport. J'ai fait pour le calcul de la valeur, la réduction des numéros d'intensité dans notre échelle revisée actuelle. Pour les numéros des tremblements je renvoie au tableau de la p. 24 (484) de mon 1er rapport.

	Tremblement.	Valeur.		Tremblement	Valeur.
1879	IV	3	1880	IX	6
	V	35		X	3
	VI	3		XI	3
	VII	49		XII	17
	VIII	7		XIII	54
1880	I	21		XIV	3
	II	9		XV	4
	III	9		XVI	9
	IV	10		XVII	3
	V	6		XVIII	3
	VI	3		XIX	3
	VII	3		XX	25
	VIII	11		XXI	6

Cela dit, voici le tableau des tremblements de 1881 en Suisse (voir page 171).

En additionnant ces chiffres, nous avons en 1881 les sommes suivantes. Je donne à côté les chiffres analogues de l'année 1880.

	1881	1880
Tremblements de terre. .	37	21
Secousses.	171	62

Au point de vue de l'extension :

			1881	1880	
Classe	A	très petits. . . .	15	10	tremblements.
»	B	petits	9	7	»
»	C	moyens	7	3	»
»	D	grands	4	1	»
»	E	très grands . . .	2	—	»

1881	NOM	DATE	Extension.	Intensité.	Nombre des secousses Principales.	Accessoires.	Valeur du tremblement.
I	Plateau suisse....	27 janvier.	D	VIII	1	22	55
II	Sion............	3 février.	A	III	...	1	3
III	Schwytz.........	5 »	B	III	...	2	6
IV	Grisons..........	14 »	B	III	...	5	11
V	Locle...........	18 »	A	III	...	2	4
VI	Suisse...........	3 mars.	D	VI	1	8	37
VII	Wædenswyl......	12 »	A	IV	...	3	4
VIII	Valais...........	17-19 »	B	IV	...	3	11
IX	Bâle............	19 »	A	III	...	2	4
X	Davos...........	14 avril.	A	IV	...	1	4
XI	Suisse occidentale.	9 juin.	D	IV	1	7	24
XII	Interlaken.......	14 »	B	IV	...	2	9
XIII	Val de Ruz......	16 »	B	III	...	1	6
XIV	Berne...........	20 »	A	III	...	2	4
XV	Büren...........	30 »	A	III	...	1	3
XVI	Tarentaise.......	22 juillet.	E	IX	2	8	68
XVII	Suisse occidentale.	5 août.	D	IV	1	6	25
XVIII	Simmenthal......	12 »	B	IV	...	2	10
XIX	Suisse occidentale.	22 septembr.	C	III	...	3	13
XX	Val d'Illiez......	14 octobre.	A	IV	...	2	5
XXI	Berne...........	17 »	A	III	...	1	3
XXII	Engadine.......	21 »	A	III	...	1	3
XXIII	Nord de Zurich...	27 »	B	IV	...	1	8
XXIV	Appenzell........	5 novembr.	C	IV	1	...	12
XXV	Suisse occidentale.	4-10 »	C	IV	...	6	20
XXVI	Rheinklingen.....	12 »	A	III	...	1	3
XXVII	Alpes vaudoises...	14 »	C	IV	...	1	13
XXVIII	Suisse. Italie.....	16 »	E	V	1	11	44
XXIX	Nord-est Suisse...	18 »	C	VIII	2	22	56
XXX	Büren...........	17-19 »	A	III	...	3	5
XXXI	Léman. Bas Rhône	25 »	C	VII	4	12	42
XXXII	Bâle-Campagne...	26 »	A	IV	...	1	4
XXXIII	Léman. Bas Valais.	17 décembr.	C	IV	1	2	18
XXXIV	Sargans.........	18-25 »	B	IV	...	2	10
XXXV	Engadine........	25-28 »	B	VI	...	6	19
XXXVI	Lausanne........	26-31 »	A	III	...	2	5
XXXVII	Martigny........	28 »	A	III	...	2	3

Au point de vue de l'intensité :

		1881	1880	
Nos III	de l'échelle revisée	15	13	tremblements.
IV	»	15	3	»
V	»	1	3	»
VI	»	2	—	»
VII	»	1	—	»
VIII	»	2	2	»
IX	»	1	—	»

Au point de vue de la valeur, produit artificiel des facteurs d'intensité, d'extension et de nombre des secousses :

	1881	1880
de 0 — 20	28	18
20 — 40	4	2
40 — 60	4	1
60 — 80	1	—
Valeur moyenne	15.1	10.1

Ces chiffres nous montrent que, en général, l'activité sismique a été notablement plus forte en 1881 qu'en 1880.

La distribution sur la carte géographique de la Suisse des 63 tremblements de terre que nous avons constatés depuis le mois de novembre 1879 au 31 décembre 1881 donne les résultats suivants. Je divise la Suisse par deux droites, parallèles et perpendiculaires au méridien, et passant par Sarnen (Unterwald) j'ai quatre régions à peu près égales. J'y loge les divers tremblements d'après la position du centre sismique ou du centre de figure de l'aire sismique ; je les divise en trois groupes d'après leur extension.

	Petits tremblements. Classe A.	Moyens. Classes B et C.	Grands. Classes D et E.	Total.
Région SW	8	13	4	25
» NW	9	1	2	12
» NE	6	5	—	11
» SE	6	6	—	12

Je ne fais pas entrer en compte dans l'une ou l'autre des régions les grands tremblements 1880 XIII et 1881 VI et XXVIII qui ont ébranlé à la fois toute la Suisse, sans que le centre sismique fut évidemment dans l'une ou l'autre des régions.

Cette distribution peut se figurer autrement :

	Petits tremblements.	Moyens.	Grands.	Total.
Moité W	17	14	6	37
» E	12	11	—	23
» N	15	6	2	23
» S	14	19	4	37

Il y a eu évidemment une prédominence des mouvements sismiques dans la région sud-occidentale de la Suisse.

Cela sera surtout mis en évidence si nous comptons le nombre de tremblements de terre qui ont compris dans leur aire d'ébranlement chacune des capitales de la Suisse. Je fais abstraction des petits tremblements de la classe A dont le nombre est évidemment trop affecté par l'attention plus ou moins appliquée des observateurs. Dans les 26 mois de nos études il y a eu :

13 tremblements à Genève.
12 » à Lausanne.
9 » à Fribourg, Berne, Neuchâtel.
8 » à Sion.
7 » à Soleure.

6 tremblements à Bâle.
5 » à Zurich, Lucerne, Schwytz, Schaffhouse, Aarau, Frauenfeld.
4 » à Glaris, Zoug, Saint-Gall, Appenzell.
3 » à Altorf, Stanz, Coire et Bellinzone.

La plus grande fréquence des phénomènes sismiques dans la Suisse occidentale est bien évidente. Sans parler des secousses plus localisées, nous pouvons citer comme ayant ébranlé la région qui s'étend dans l'angle sud-ouest entre le Jura et les Alpes, au nord et au sud du lac Léman les tremblements suivants :

1877 II. 1878 I. 1879 V. VII. 1880 XII. 1881 I. XI. XVI. XVII. XIX. XXV.

— Tous les tremblements de cette année ont eu leur centre sismique ou la partie principale de leur aire sismique, dans les frontières de la Suisse à l'exception de deux :

N° XVI, 22 juillet, dont le centre sismique a été en Tarentaise et la plus grande partie de l'aire sismique en Savoie et en France.

N° XXVIII. 16 novembre dont l'aire principale a été en Italie.

Les 35 autres tremblements sont bien indigènes, appartiennent à la Suisse et étant ainsi complètement en dehors de toute action volcanique, ils peuvent être qualifiés de tremblements de terre *orogéniques* (voir la note 2 de la page 148).

Pour comparer l'activité sismique des 26 mois que nous avons jusqu'à présent étudiés, j'utiliserai les valeurs des tremblements de terre, telles que je les ai définies et calculées plus haut ; j'additionnerai pour chaque mois les valeurs des différents tremblements observés.

	1879	1880	1881	Moyenne.
Janvier	—	30	55	42
Février	—	19	24	21
Mars	—	0	56	28
Avril	—	9	4	6
Mai	—	20	0	10
Juin	—	23	46	34
Juillet	—	61	68	64
Août	—	9	35	22
Septembre	—	34	13	23
Octobre	—	0	19	9
Novembre	3	0	199	67
Décembre	94	6	55	52
Année	—	211	574	378

D'après ces chiffres nous avons eu en Suisse un maximum d'activité sismique en novembre 1881 et une période de calme en octobre et en novembre 1880. La plus longue période de calme sismique a duré trois mois, du 25 septembre au 22 décembre 1880.

L'année 1881 a été beaucoup plus agitée que l'année 1880.

L'étude de la répartition des tremblements de terre dans les différentes saisons de l'année est intéressante; en effet si nous nous fondons sur la grande statistique des tremblements de terre suisses de Volger [1], nous devons admettre une périodicité estivale-hiémale très évidente. Cette statistique, qui porte à ce point de vue sur 1230 tremblements de terre depuis le IXe siècle de notre ère jusqu'à l'an 1854, nous donne les chiffres suivants :

Hiver. . . . . . . 461 tremblements de terre.

[1] O. Volger, Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz. Gotha, 1857.

Printemps ...	315	tremblements de terre.
Été	141	»
Automne	313	»

Il y a d'après cela un maximum en hiver et un minimum en été.

Mais cette statistique de Volger réunit indistinctement ce que nous appelons les tremblements et les secousses; elle ne sépare pas les ébranlements principaux du sol, et les ébranlements accessoires qui accompagnent les grandes secousses; elle ne distingue pas deux éléments fort importants, la fréquence des phénomènes sismiques et leur intensité. Quand nous aurons en mains un nombre suffisant d'observations critiquées et ordonnées ainsi que nous le faisons dans ces rapports, nous pourrons faire cette distinction. Aujourd'hui, tout en constatant l'insuffisance de notre statistique qui porte sur une trop petite durée de temps, je veux en donner un exemple tiré de nos 26 mois d'observations. Ce travail montrera combien sont différents les résultats basés sur la fréquence et sur l'intensité des phénomènes sismiques, et comment par conséquent il est prudent de faire intervenir la distinction que Volger n'a pu établir.

Je réunirai pour chaque saison de trois mois :

1° Le nombre des tremblements de terre. Cela nous donnera la fréquence relative des ébranlements primitifs du sol, qu'ils soient simples ou compliqués. C'est la statistique fondamentale.

2° Le nombre des secousses. Cela ajoutera à la statistique générale le facteur de la complication des mouvements sismiques.

3° Les facteurs de l'extension des tremblements de terre exprimés par les chiffres 1 à 5 suivant qu'ils appar-

tiennent à nos classes A à E. Cette série ajoutera donc à la statistique générale le facteur de l'extension de l'aire sismique.

4° Les facteurs de l'intensité, exprimée dans les numéros 1 à 10 de l'échelle de Rossi-Forel. Cette série ajoutera donc à la statistique générale le facteur de l'intensité de la secousse principale de chaque tremblement de terre.

5° La valeur des tremblements de terre, définie comme je l'ai faite plus haut. Cette colonne exprimera donc l'intensité relative de l'activité sismique en réunissant à la fois, d'une manière artificielle, cela est vrai, les facteurs de la complication, de l'extension et de l'intensité des divers tremblements de terre.

Tous les chiffres de cette statistique, sont ramenés à la moyenne d'une année.

	Tremblements.	Secousses.	Extension.	Intensité.	Valeur.
Hiver [1]	7,8	36,5	16,5	32,8	115,6
Printemps	5,0	13,0	8,0	19,0	44,5
Eté	7,5	31,5	17,5	31,0	121,0
Automne	7,8	30,6	14,5	32,0	100,3
Année	28,1	111,6	56,5	114,8	381,4

De ces séries de chiffres, celles qui me semblent les plus utiles sont : la première qui exprime la fréquence relative des ébranlements primitifs du sol, et la dernière qui exprime l'intensité de l'activité sismique. Je les transforme en fractions centésimales en les mettant en regard de la statistique de Volger :

[1] L'hiver comprend les mois de décembre, janvier et février, et ainsi de suite.

	Statistique Volger.	1879 à 1881	
	Statistique générale.	Fréquence.	Activité sismique.
Hiver	0,33	0,28	0,30
Printemps	0,26	0,18	0,12
Eté	0,11	0,26	0,32
Automne	0,25	0,28	0,26

D'après cela tandis que la statistique générale de Volger donnait un maximum en hiver et un minimum en été, l'étude de notre statistique actuelle nous donne :

pour la fréquence des tremblements un maximum en hiver et en automne et un minimum au printemps;

pour l'activité sismique un maximum en été et un minimum au printemps.

Je le répète encore : je considère les chiffres de notre statistique actuelle comme trop peu étendus pour permettre des conclusions, même provisoires; je ne les donne ici qu'à titre d'exemple et d'éléments de discussion.

Quant à la répartition entre le jour et la nuit, voici ce que nous trouvons en éliminant les secousses accessoires et douteuses des grands tremblements de terre dans nos 26 mois d'observation (d'après les calculs de Heim) :

de 6 h. à 18 h. soit pendant le jour 67 secousses.

de 18 h. à 6 h. soit pendant la nuit 216 »

Si nous réunissons les secousses en les groupant par séries de deux en deux heures, nous obtenons les chiffres suivants pour les tremblements de terre suisses. Je les donne en deux colonnes, la première représentant notre statistique actuelle de 1879 à 1881 d'après les calculs de A. Heim, la deuxième statistique de O. Volger portant sur 435 tremblements observés en Suisse avant 1855.

		1879-1881	Avant 1855.
0 h. et	1 h.	52	49
2	3	61	55
4	5	36	43
6	7	20	31
8	9	9	31
10	11	9	36
12	13	7	18
14	15	9	27
16	17	13	31
18	19	13	24
20	21	23	42
22	23	31	48

Dans les deux séries qui se confirment ainsi mutuellement, il y a un maximum de fréquence entre 2 h. et 4 h. du matin et un minimum entre midi et 2 h. du jour.

La statistique générale des tremblements de terre suisses de Volger nous montre ainsi une périodicité estivale; notre statistique actuelle, d'accord avec celle de Volger nous montre une périodicité diurne. Ces périodes estivales et diurnes sont sous la dépendance des mouvements de la terre autour du soleil. Trouverons-nous de mêmes traces, d'une périodicité liée aux mouvements de la lune autour de la terre?

Et d'abord une périodicité mensuelle.

Pour cette étude nous devons nous adresser aux tremblements et non aux secousses, et chercher si leur nombre relatif est plus grand en syzygie ou en quadrature. Pour cela je divise le mois lunaire en trois périodes, l'une de six jours, trois avant et trois après l'heure des syzygies, la seconde, de six jours aussi, avant et après les quadratures, la troisième, comprenant les jours indifférents,

entre les périodes ainsi limitées : puis je place le tremblement de terre dans l'une ou l'autre de ces périodes suivant l'heure de la secousse principale, ou de la première secousse quand toutes les secousses sont d'égale intensité.

	1880	1881	Total.
Périodes de syzygie	15	9	24
Périodes de quadrature	7	17	24
Jours indifférents	4	11	15

D'après ce tableau la prédominance que nous avions signalée dans notre premier rapport en faveur des syzygies est déjà compensée par l'adjonction des tremblements de 1881. Cette statistique est du reste trop peu étendue pour qu'elle ait une valeur définitive.

Y a-t-il des rapports entre l'heure de la secousse et le passage de la lune au méridien ? Voici les chiffres que je tire des 26 mois de nos études, d'après 186 secousses dont l'heure est suffisamment certaine. J'additionne le nombre des secousses qui ont eu lieu dans chaque heure après le passage de la lune au méridien.

Heure	Secousses.	Heure	Secousses.
0	6	13	9
1	5	14	12
2	5	15	9
3	6	16	6
4	6	17	6
5	6	18	14
6	9	19	7
7	5	20	5
8	11	21	5
9	7	22	11
10	9	23	6
11	10	24	6
12	5		

Si je divise les 24 h. 52′ du jour lunaire en 8 périodes égales de 3 h. 7′ chacune, j'ai la répartition suivante :

De	0 h. 0′ à 3 h. 6′	17	secousses.
	3 h. 6′ à 6 h. 13′	18	»
	6 h. 13′ à 9 h. 19′	25	»
	9 h. 19′ à 12 h. 26′	28	»
	12 h. 26′ à 15 h. 32′	28	»
	15 h. 32′ à 18 h. 39′	28	»
	18 h. 39′ à 21 h. 45′	17	»
	21 h. 45′ à 24 h. 52′	25	»

Si je réunis ces huit périodes en deux groupes de deux fois six heures, l'une de 3 h. avant et 3 h. après le passage de la lune au méridien supérieur et inférieur, l'autre de 3 h. avant et 3 h. après le lever et le coucher de la lune, j'ai les chiffres suivants :

Lune au méridien	98	secousses, soit	0,53.
Lune à l'horizon	88	» »	0,47.

Il n'y a dans tout cela aucune loi évidente et marquée.

J'essayerai de résumer provisoirement les résultats de nos études de statistique sismique en Suisse :

1° La périodicité estivale de Volger qui admet un maximum de fréquence en hiver et un minimum en été, doit être vérifiée à nouveau en faisant la distinction entre les facteurs de fréquence et ceux d'intensité de l'action sismique. Nous n'avons pas encore des éléments assez nombreux pour faire cette distinction d'une manière suffisante.

2° La périodicité diurne nocturne semble démontrée pour nos phénomènes sismiques suisses. Aussi bien la sta-

tistique de Volger que notre statistique actuelle montrent un maximum de fréquence peu après minuit, et un minimum peu après midi.

3° Rien ne nous indique une périodicité liée au mois lunaire. Malgré le petit nombre des tremblements dont nous disposons pour notre statistique, nous arrivons à l'égalité de fréquence dans les périodes de syzygie et dans celles de quadrature.

4° Nous ne croyons pas non plus à une périodicité liée au jour lunaire. Nous constatons un peu plus de fréquence des secousses dans la période où la lune passe au méridien que dans celle où elle est à l'horizon. Mais la différence est très peu considérable et est peut-être uniquement fortuite.

NOTICE[1]

SUR LES

RESTES DE VÉGÉTAUX DE L'ANCIENNE ÉGYPTE

CONTENUS DANS UNE ARMOIRE DU MUSÉE DE BOULAQ

PAR

M. G. SCHWEINFURTH

Dans le musée d'antiquités égyptiennes de Boulaq est une armoire qui renferme une quantité d'objets ayant rapport à la vie ménagère des anciens. Ces objets proviennent, en grande partie, d'une trouvaille que feu M. Mariette avait faite, à Dar Abou Negga (Thèbes) dans un tombeau de la XII[me] dynastie.

Ces divers objets avaient été déposés dans la chambre mortuaire du tombeau, à titre d'offrandes et de repas funèbres.

M. Maspero a bien voulu m'ouvrir cette armoire, afin que je puisse examiner ces fruits et ces graines qui jettent tant de lumière sur l'ancienne flore de l'Egypte, sur son agriculture et sur ses rapports commerciaux avec les peuples avoisinants.

[1] Lue à la séance de l'Institut égyptien le 11 janvier 1884 (*The Egyptian Gazette,* 31 janvier 1884).

Voici l'énumération des restes de végétaux provenant de l'ancienne Egypte contenus dans l'armoire en question.

1. Plusieurs coupes contenant de l'orge et du froment.

C'est dans ces coupes en terre ne dépassant pas généralement une palme de diamètre, que les offrandes en graines ont été déposées sur le plancher de la chambre mortuaire.

2. Une coupe portant l'étiquette « Sakhara, Vme dynastie, » renfermant des épis d'orge décomposés. Ce sont peut-être les plus anciens échantillons de l'agriculture égyptienne qui nous aient été conservés.

3. Plusieurs monceaux d'une pâte composée d'orge rogné (ou rognure d'orge) et placés dans des coupes dont cette pâte a conservé l'empreinte du fond.

On ne connaît pas au juste la signification de cette espèce d'offrandes. M. Maspero est disposé à la mettre en parallèle avec les « Molæ » (mola salsa) du culte des Romains de l'ancienne époque. La mola que l'on offrait sur « l'âtre de Vesta » consistait en saumure cuite dans un pot de terre, la « muries » et indépendamment de la mola salsa, en une rognure salée d'épeautre, espèce de froment.

Dans les anciens temps, on ne se servait, chez les Romains, que d'offrandes en substance végétales, produits de l'agriculture. Les sacrifices en bestiaux ne datent que de l'époque des derniers rois.

Cette remarque pourrait établir de nouvelles analogies entre les cultes des deux peuples, et si la conjecture de M. Maspero se confirmait, elle jetterait une lumière suffisante sur la présence des fèves dont je vais parler plus loin parmi les offrandes de l'ancienne Egypte.

4. Une coupe remplie de bulbes du *Cyperus esculentus* le souchet comestible dont Théophraste (L. IV, chap. VIII, 12-13) a mentionné, sous le nom de Malinathalle, l'emploi comme plat de dessert, chez les anciens Égyptiens. Du reste les rhizomes du souchet comestible ont été déjà souvent retrouvés parmi les anciennes offrandes. C'est le Hab-el-Aziz de nos jours qui se vend fréquemment dans les rues du Caire.

5. Un noyau de *Mimusops Schimperi* Hochst. (Persea des anciens). On mangeait la pulpe qui l'enveloppait et les feuilles servaient à la composition des guirlandes des momies.

6. Un noyau du *Balanites Ægyptiaca* Del. dont on mangeait également la pulpe, comme on mange aujourd'hui celle du « Lalobe » du Soudan, fruit du même arbre (« Hegelig » en arabe). Cette espèce sous forme de noyau a été déjà trouvée ailleurs parmi les offrandes. Il est à remarquer que les anciens Égyptiens n'offraient souvent au mort que les noyaux des fruits dont ils avaient déjà mangé la partie comestible.

7. Plusieurs fruits de grenades, petits et apparemment pas encore mûrs lors de leur offertoire.

8. Des fruits du Palmier Doûm (*Hyphaena Thebaïca* Mart.), fruits très communs parmi les anciennes offrandes et identiques aux nôtres.

9. Noyaux et fruits du Palmier appelés « Delah » qui ne croît que dans une vallée du grand désert de Nubie, entre Korosko et Abou-Hammed (Medemia Aigun Host Würtemberg). De pareils fruits sont également conservés au Musée Égyptien de Berlin. Cette espèce est la troisième parmi celles qui portent la déterminaison de Palmiers et figurent dans les anciennes inscriptions.

10. Dans cette armoire est un grand panier parfaitement bien conservé, mais malheureusement ne revêtant aucune indication de la provenance ou de l'époque. Il est probable que ce panier qui est rempli de fruits et de divers échantillons de fils de toile appartient à la trouvaille faite par feu M. Mariette à Dar-Abou-Negga dans un tombeau de la XIIme dynastie. Dans ce panier, parmi des fruits de Doûm, il y a deux pommes de pin appartenant à l'espèce qui se vend encore de nos jours en Egypte et qui nous vient d'Italie ou de Syrie (*Pinus Pinea* L.). Ces pommes de pin sont petites et n'étaient pas encore mûres lorsqu'elles furent déposées dans le tombeau. Le cas est le même pour un grand nombre de fruits déposés dans les tombeaux. Il paraît que les anciens n'enfermaient avec leurs morts que des fruits qui ne pouvaient figurer sur leurs tables.

C'est la première fois que la pomme de pin fait son apparition dans les offrandes des anciens. Comme les baies de genevrier et les mixtures de lichen, ils nous donnent une nouvelle preuve de l'existence des rapports commerciaux très anciens qui unissaient l'Egypte avec la Grèce ou la Syrie.

11. Un monceau de pâte de lentilles cuites dont les graines se laissent facilement détacher et analyser et par cela même ne présentent pas le moindre doute sur leur détermination. C'est la première trouvaille qui se rapporte à cet antique légume dont presque tous les anciens qui ont traité de l'Egypte ont tant parlé.

12. Une graine du *Cajanus flavus* L. trouvée pour la première fois. Cette légumineuse est très répandue dans les pays tropicaux tant de l'ancien que du nouveau monde.

13. Deux graines de fèves.

La présence de cette légumineuse parmi les offrandes est un fait très curieux. Plusieurs auteurs qui ont traité de l'ancienne flore de l'Egypte ont émis l'opinion que, d'accord avec ce que Hérodote en avait dit, les fèves manquaient parmi les offrandes, par cette seule raison qu'elles étaient considérées comme nourriture impure par les anciens Égyptiens.

Hérodote dit en effet qu'aucun des habitants de l'Egypte n'en mangeait, cuites ou non, et que les prêtres n'en voulaient pas même souffrir l'aspect. Mais en revanche, Pline nous rapporte une tradition de l'ancienne Rome visant à une chose bien différente. Pline dit que la fève était regardée chez les agriculteurs comme un symbole de bon augure, que l'on s'en servait en outre pour les funérailles et que c'était la seule raison pour laquelle les prêtres romains n'en mangeaient pas. Dans le dessin de la fleur tachetée de noir, on croyait voir des « lettres lugubres » (*litteræ lugubres*).

Les deux graines de fève dont il est ici question avaient été offertes à côté de raisins, de dattes, etc., trouvées dans le même tombeau, peut-être avaient-elles une signification allégorique se rattachant au culte égyptien, comme elles en avaient une avec celui des anciens Romains.

14. On remarque encore dans l'armoire dont nous nous occupons un petit balai formé de tiges de *Ceruana pratensis*, le « Schédite » des Arabes. On en voit un pareil au Musée égyptien de Londres. Il est probable que l'emploi de ce balai était le même chez les anciens que chez les modernes aujourd'hui. La Ceruana est une plante exclusivement nilotique et elle est caractéristique pour les bords proprement dits, les guefs du Nil. Les balais de Schédite que l'on vend dans toutes les rues du Caire, ne servent qu'à nettoyer certains lieux.

15. Une coupe remplie de capsules de lin cultivé.

La question de savoir à quelle espèce de lin cultivé aujourd'hui appartenait le lin des anciennes manufactures est ainsi résolue. Il appartient précisément à l'espèce qui, de nos jours, est cultivée en Egypte, le *Linum humile* Mill.

En voyant ces capsules qui ne diffèrent pas de celles de notre temps, on serait tenté de croire tout d'abord à une mystification. Mais en consultant l'état dans lequel se trouve l'intérieur des graines, on devient aussitôt convaincu qu'il s'agit véritablement de très anciens spécimens. En outre, M. E. Brugsch bey m'a assuré que ces capsules de lin ont été trouvées par Mariette pacha dans le tombeau de la XIIme dynastie, découvert à Dar-Abou Nagga (Thèbes).

16. Pour nous offrir un nouveau témoignage à l'appui de la supposition que rien n'a changé en Egypte à l'égard du mode de culture dès les temps les plus reculés, les anciens nous ont conservé, dans leurs offrandes avec le lin, un autre fruit des champs qui se rattache aujourd'hui presque exclusivement au lin cultivé et qui provient d'une mauvaise herbe qui croît dans ces localités.

Parmi les capsules de lin se trouvent mêlées par hasard dans la coupe d'offrandes plusieurs silicules du sénevé égyptien (*Sinapis arvensis*, la variété *Allionii* Jacq.) qui se distinguent des variétés européennes par leur forme globuleuse et gonflée. Il n'y a pas, dans l'Égypte d'aujourd'hui, un seul champ de lin où les sénevés de la dite espèce n'abondent pas et souvent en telle quantité qu'à l'époque qui précède la floraison du lin, on les prend d'abord pour des champs de colza tant les fleurs jaunes du sénevé y dominent.

Ce séneyé des champs de lin n'est probablement autre chose que le « Sénapi » mentionné par Pline (Liv. XIX, chap. 8-54) et dont il dit que les graines donnaient une huile très appréciée.

17. Des raisins secs et des graines provenant de ces raisins se trouvent parmi les offrandes. Ils appartenaient à la variété noire à grosse baies et recouvertes d'un duvet bleuâtre.

18. Une calebasse (*Lagenaria vulgaris* Ser.). La présence de cette calebasse rappelle et même représente l'ancien modèle des premières gargoulettes dont la forme avait été évidemment empruntée à la nature.

19. Des dattes de différentes formes, les unes sont noircies, les autres sont jaunâtres et ressemblent tout à fait aux dattes séchées du marché.

20. Fragment d'une gousse de vesce appartenant probablement à l'espèce des champs (*Vicia sativa* L.).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

H. VALERIUS, membre correspondant de l'Académie royale de Belgique. NOTE SUR LE MODE D'ACTION DES PARATONNERRES DU SYSTÈME DE M. MELSENS (*Bulletins*, 3me série, t. VI, n°s 9-10).

Le foudroiement des corps a lieu d'ordinaire par des éclairs simples et quelquefois par des éclairs divisés en plusieurs branches à leur partie inférieure.

Dans le premier cas, le corps foudroyé n'est frappé qu'en un seul de ses points, qui est généralement celui qui se trouve le plus rapproché du nuage électrisé. Dans le second cas, le corps est atteint en plusieurs points à la fois.

Mais, au lieu d'agir par traits de feu séparés, la foudre peut aussi frapper les corps sur une étendue plus ou moins grande de leur surface, en laissant des traces de son passage sur tous les points de la surface atteinte. Ce troisième mode d'action de la foudre a été, je crois, signalé pour la première fois par M. le professeur Daniel Colladon, qui le désigne sous le nom de *foudroiement par nappe ou par aigrette* (voir le remarquable mémoire de M. Colladon relatif aux effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, page 54, Genève, 1872) [1].

A l'appui de sa manière de voir, M. Colladon cite, entre autres, les faits qu'il a observés sur une vigne, près de Nyon, dans le canton de Vaud, vigne qui a été foudroyée en 1868, au mois de juillet. Cette vigne a été frappée sur une étendue

[1] Ce travail a paru dans les *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, t. XXIe, 2e partie, 1872.

circulaire d'environ 15 mètres de diamètre. Ce n'est pas là, dit-il, l'effet d'un éclair divisé en quelques branches, mais celui d'un coup électrique qui, en foudroyant la surface végétative, s'est réparti sur plusieurs milliers de feuilles et sur 324 ceps qui tous, individuellement, ont participé à la décharge. L'étincelle primitive s'est donc transformée près du sol en une aigrette gigantesque, une espèce de *nappe foudroyante*, couvrant une étendue d'environ 170 mètres carrés, dans laquelle on ne reconnaît ni ondulations, ni zones, ni anneaux concentriques, ni plusieurs centres d'action distincts, mais un seul centre d'énergie et un décroissement graduel d'action depuis ce centre jusqu'à la circonférence très nettement accusée.

La foudre peut donc frapper les corps par *éclair simple*, par *éclair ramifié* ou par *aigrette* ou *nappe*.

Le premier mode d'action se produit lorsque le corps qui se trouve sous l'influence d'un nuage orageux présente un point de tension maximum ; le second, lorsqu'il en présente plusieurs à des distances plus ou moins grandes les unes des autres ; enfin, le troisième, lorsqu'il présente sur tous les points d'une portion de sa surface tournée vers le nuage électrisé, une tension maximum, la même sur tous ces points. Ce troisième cas était réalisé pour la vigne citée plus haut, parce que, conformément à l'usage adopté dans le canton de Vaud, elle était cultivée de manière que toutes les têtes des rameaux, maintenus par des échalas, fussent à la même hauteur.

Les considérations qui précèdent me paraissent directement applicables à la théorie des paratonnerres.

Dans les paratonnerres ordinaires, on cherche à produire au-dessus du bâtiment à protéger, au moyen de tiges conductrices, un ou plusieurs points de tension maximum, afin de provoquer en ces points, convenablement espacés, la chute d'éclairs simples. Mais ce système n'est pas toujours efficace, parce que la foudre tombe quelquefois sur les parties latérales des bâtiments et même sur des points situés entre les paratonnerres, quand ceux-ci sont mal distribués, mal construits ou trop espacés les uns des autres.

Le système de paratonnerres imaginé par notre savant collègue M. Melsens se distingue du système ordinaire par la multiplicité des tiges conductrices et par le mode de liaison établi entre elles. Cette multiplicité des tiges me semble avoir pour effet de constituer tous les points de la surface supérieure des bâtiments sensiblement dans le même état de tension électrique. De cette façon, la chute de la foudre par étincelles isolées est rendue impossible et l'on n'a plus à craindre que les dégâts qui pourraient être occasionnés, pendant les orages, par des aigrettes ou des nappes foudroyantes. Mais ces effets sont nuls ou insignifiants dans le cas de bâtiments armés comme nous venons de le dire, parce que, dans les décharges par aigrette, le fluide électrique se répartit entre toutes les tiges du système et, par suite, devient inoffensif pour chacune d'elles en particulier, aussi bien que pour les bâtiments qu'elles sont destinées à protéger [1].

Je m'étais depuis longtemps formé cette manière de voir sur le mode d'action des paratonnerres de M. Melsens, mais je manquais de faits pour la rendre plausible. Le mémoire de M. Colladon, dont j'ai eu récemment connaissance, vient de me les fournir. C'est pourquoi je me suis décidé à la publier maintenant. M. Melsens, en construisant ses paratonnerres, a sans doute été dirigé par les mêmes idées, mais, que je sache, il ne les a jamais formulées dans ses écrits.

Je ne saurais terminer cette note sans adresser à M. Colladon mes plus vifs remercîments pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu mettre son travail à ma disposition.

[1] D'après M. A. Wauters, l'archiviste communal, l'Hôtel de ville de Bruxelles ne paraît jamais avoir été frappé de la foudre avant le XIXe siècle. M. le professeur Melsens attribue cette immunité aux tiges métalliques saillantes qui se trouvaient anciennement sur les tourelles de ce monument. Son explication me paraît fondée, mais il ne la justifie pas suffisamment. En effet, il invoque le mode de foudroiement par nappe admis par M. Colladon, seulement il ne dit pas pourquoi ce mode, effectivement inoffensif en général, devait se produire plutôt que le foudroiement par étincelles isolées. (Voir l'important mémoire de M. Melsens *Sur les paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples*, Bruxelles, 1877, p. 8, § 6.)

CHIMIE

F.-P. Treadwell et V. Meyer. Poids moléculaire de l'isoindol. (*Berichte*, XVI, p. 342. Zurich.)

On ne connaît pas d'amidoacétones de la formule générale $R-CO-CH_2NH_2$ et l'on admettait qu'à peine formées elles devaient perdre de l'eau. La réaction est moins simple, elles perdent de l'eau mais la molécule se double et on obtient une kétine. Il était intéressant de savoir si l'isoindol avait la formule simple

$$\begin{array}{c} C_6H_5 - C - CH_2 \\ \quad\quad \backslash\!\backslash \; / \\ \quad\quad N \end{array}$$

ou si elle devait être doublée comme le faisait prévoir son haut point d'ébulition et sa faible solubilité. La prise de densité de vapeurs a montré que la formule devait être doublée et qu'elle devient $C_{16}H_{14}N_2$.

G. Lunge. Production d'acide sulfurique anhydre. (*Chem. Zeitg.*, 1883, p. 29. Zurich.)

G. Lunge et Salathé ont déjà montré que par le grillage des pyrites cuivreuses environ 6 % du soufre se transformait directement en acide sulfurique anhydre, mais que cette proportion s'élevait à 18 % si le gaz passait sur de l'oxyde de fer porté au rouge. Lunge a répété cette expérience avec du soufre brûlant à l'air; dans ce cas 2,8 % seulement, se transforment en acide sulfurique, tandis qu'avec l'adjonction d'oxyde de fer on obtient 11,3 % d'acide sulfurique.

F. Krafft. Paraffines des schistes. (*Chem. Zeitg.*, 1883, 154. Bâle.)

L'auteur a reconnu que les paraffines tirées des schistes sont des mélanges de carbures d'hydrogène normaux $C_{22}H_{46}$, $C_{24}H_{50}$, etc.

G. LUNGE. ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LE BENZOL ET SES HOMOLOGUES. (*Chem. Zeitg.*, 1883, p. 1. Zurich.)

Comme dans l'industrie on se sert de l'acide sulfurique pour purifier le benzol brut, l'auteur a étudié son action dissolvante et a reconnu que plus le poids moléculaire des carbures est élevé, plus la quantité d'acide employée est grande, et plus la température est élevée, plus aussi il se dissout de carbures.

K. HEUMANN et P. KOECHLIN. CHLORURE DE PYROSULFURYL. (*Berichte*, XVI, p. 479. Zurich.)

Le chlorure de pyrosulfuril a été préparé par la méthode de Rose ($SO_3 + S_2Cl_4$) il bout à 146°. Sa densité de vapeur prise à 184° a donné 5,84 au lieu de 7,42 pour $S_2O_5Cl_2$ et à une température plus élevée 442°, 2,55, la molécule se scinde donc en 3;

$$\underbrace{S_2O_5Cl_2}_{2\text{ vol.}} = \underbrace{SO_2 + SO_3 + Cl_2}_{6\text{ vol.}}$$

et cette décomposition a déjà lieu partiellement à 184°. Cette substance agit comme un chlorurant énergique; avec l'antimoine on obtient du trichlorure d'antimoine ainsi que du sulfate; avec le phosphore on obtient du trichlorure de phosphore. Avec le sulfobenzoate de soude on obtient le chlorure du metadisulfobenzol.

K. HEUMANN et P. KOECHLIN. DE L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LE CHLORURE DE SULFURYL ET L'ACIDE CHLOROSULFURIQUE. (*Berichte,* XVI, p. 602. Zurich.)

Le chlorure de sulfuryl se décompose au rouge en SO_2 et Cl_2, mais sous pression à 250° il ne montre pas de dissociation (Otto) ni à 184° sans pression, mais l'acide chlorosulfurique commence déjà à se dissocier à 184° suivant la réaction

$$\underbrace{2\,Cl\,SO_3H}_{4\text{ vol}} = \underbrace{SO_2 + Cl_2 + SO_3 + H_2O}_{8\text{ vol.}}$$

et cette dissociation est complète à 442°.

G. Billitz et K. Heumann. Nouvelles méthodes de préparation du chlorure de pyrosulfuryl et de l'acide chlorosulfurique. (*Berichte*, XVI, p. 483. Zurich.)

En chauffant du pentoxyde de phosphore en excès avec l'acide chlorosulfurique, on obtient 93 % de la quantité théorique de $S_2O_5Cl_2$. Il y a élimination d'eau entre 2 molécules, et réciproquement si le chlorure est traité par la quantité théorique d'eau on obtient l'acide chlorosulfurique bouillant à 154-158°.

E. Nægeli. Réactions des hydroxylamines. (*Berichte*, XVI, p. 494. Zurich.)

De précédentes recherches ont montré que l'hydroxylamine donnait toujours un corps isonitrosé lorsqu'on la faisait réagir avec une kétone ou une aldéhyde dans laquelle existe le groupe $C = O$, tandis qu'elle ne réagit pas avec les substances renfermant les groupes $C - OH$ $O\begin{matrix}\diagup C\\ \\ \diagdown C\end{matrix}$ ou $O\begin{matrix}\diagup C\\ \vert\\ \diagdown C\end{matrix}$; ces recherches ont été étendues aux acétones non saturés et Nägeli montre que l'hydroxylamine est sans influence sur la double liaison du carbone; ainsi l'oxyde de mésityl donne la mésityloxime

$$\begin{matrix}CH_3\ CH_3\\ \diagdown\ \diagup\\ C\\ \Vert\\ CH\\ \vert\\ C=O\\ \vert\\ CH_3\end{matrix} + NH_2\,OH = H_2\,O + \begin{matrix}CH_3\ CH_3\\ \diagdown\ \diagup\\ C\\ \Vert\\ CH\\ \vert\\ C=N-O-H\\ \vert\\ CH_3\end{matrix}$$

C'est une huile bouillant vers 185° en se décomposant partiellement. De même le phoron $C_9H_{14}O$ donne la phoronoxime $C_9H_{14}\,NOH$ qui forme des cristaux plats fusibles à 48°; l'allylacétone donne l'allylacétoxime $C_6H_{10}NOH$ huile bouillant à 187,5; le suberon donne la suberoxime $C_7H_{12}NOH$, ce qui

prouve que les kétones aromatiques à chaîne fermée se comportent comme celles des autres séries; le camphre donne la camphoroxime $C_{10}H_{16}NOH$ qui est une des plus belles substances cristallisées de la chimie organique, elle forme en cristallisant de l'alcool, de larges aiguilles, longues de plus d'un décimètre, fusibles à 115° et distillant vers 250°, ayant une forte odeur de camphre et des propriétés analogues, mais le groupe oxiimido NOH y est plus fortement retenu que dans les autres corps isonitrosés; l'acide chlorhydrique même à 120° n'en sépare point d'hydroxylamine. Le bornéol et le menthol n'entrent pas en réaction avec l'hydroxylamine. Ce sont de véritables alcools, tandis que le camphre, suivant l'hypothèse de Kékulé, semble être une kétone. L'alcool et l'éther benzylique ne donnent pas non plus de dérivés isonitrosés. Avec le choral on obtient en petite quantité un corps qui se produit suivant la réaction.

$$\begin{array}{l} CCl_3 \\ | \\ COH \end{array} \;|\; 2\,NH_2OH = 2\,HCl + H_2O + \begin{array}{l} \;\;Cl \\ \;/ \\ C = N - OH \\ | \\ C = N - OH \\ | \\ H \end{array}$$

aiguilles prismatiques fusibles vers 151°.

M. Ceresole. Acide diéthylacetacétique. (*Berichte*, XVI, p. 830. Zurich.)

L'acide diéthylacetacétique obtenu par l'action lente de la potasse sur l'éther diéthylacetacétique est un liquide sirupeux, peu soluble dans l'eau, qui se décompose facilement; si on le distille on obtient de la diéthylacétone, et chauffé à 60° avec de l'eau, il se dégage de l'acide carbonique; son sel de baryte forme des prismes, il est stable.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1884

Le 1er, neige pendant 5 minutes à 8 h. $^1/_2$ du matin.
2, brouillard tout le jour.
3, brouillard presque toute la journée.
4, id.
5, brouillard tout le jour.
7, hâlo lunaire à 7 h. du soir.
9, forte gelée blanche le matin, brouillard le soir; couronne lunaire vers 8 h. $^1/_2$ du soir.
10, très forte gelée blanche le matin et le soir.
11, très forte gelée blanche le matin.
14, très faible gelée blanche le matin.
20, brouillard tout le jour.
21, id.
22, id.
23, très faible gelée blanche le matin.
25, très forte gelée blanche le matin; brouillard le soir.
26, forte gelée blanche le matin.
27, très fort vent dans la nuit et le matin; à 11 h. 20 m. du matin grésil mêlé de pluie.
28, depuis 11 h. 54 m. du matin à 2 h. $^1/_2$ du soir grésil à plusieurs reprises.
30, brouillard à 7 h. et 10 h. du soir.
31, forte gelée blanche le matin; brouillard dans la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.

	mm
Le 5 à 10 h. matin	734,48
10 à 10 h. matin	740,87
13 à 11 h. matin	737,97
19 à 10 h. soir	741,71
25 à minuit	729,46
30 à 9 h. matin	735,51

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 2 h. soir	731,37
8 à 1 h. matin	726,75
12 à 2 h. soir	732,95
15 à 2 h. soir	735,26
24 à 4 h. matin	724,82
27 à 5 h. matin	714,84
31 à 11 h. soir	729,06

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	734,53	+ 6,71	734,01	735,40	+ 1,26	+ 1,47	+ 0,3	+ 2,4	882	+ 17	820	950	...	...	variable	1,00	+ 6,5	+ 1,0	97,7
2	734,39	+ 6,55	733,26	735,43	+ 1,15	+ 1,39	0,0	+ 2,9	921	+ 56	910	950	...	...	SSE. 1	1,00	6,6	+ 1,2	96,5
3	732,25	+ 4,39	731,37	733,48	+ 2,13	+ 2,39	+ 0,2	+ 6,4	916	+ 51	870	980	...	...	S. 1	0,88	6,3	+ 0,9	95,7
4	732,99	+ 5,12	731,70	734,16	+ 2,79	+ 3,07	— 0,1	+ 5,2	969	+104	940	1000	...	...	S. 1	1,00	6,3	+ 0,9	95,7
5	733,94	+ 6,05	733,31	734,48	+ 2,67	+ 2,96	+ 1,9	+ 4,4	990	+125	960	1000	2,2	6	variable	1,00	6,5	+ 1,1	93,5
6	731,82	+ 3,92	730,97	733,02	+ 5,87	+ 6,18	+ 1,1	+10,2	929	+ 64	820	980	...	...	ESE. 1	1,00	6,2	+ 0,9	95,0
7	729,21	+ 1,30	727,54	730,36	+ 6,79	+ 7,11	+ 5,4	+ 9,3	891	+ 26	700	980	5,6	7	variable	0,98	...	.....	95,0
8	729,88	+ 1,97	726,75	733,94	+ 4,03	+ 4,35	+ 1,8	+ 7,4	795	— 70	580	910	1,8	2	SSO. 1	1,00	6,5	+ 1,3	95,4
9	737,31	+ 9,39	734,08	739,83	+ 2,26	+ 2,58	— 0,3	+ 5,9	881	+ 17	700	960	...	...	NE. 1	0,67	6,4	+ 1,2	94,5
10	740,02	+12,10	739,22	740,87	+ 0,34	+ 0,66	— 3,0	+ 7,6	869	+ 5	710	960	...	...	variable	0,45	6,1	+ 0,9	94,0
11	735,60	+ 7,68	733,02	738,89	+ 3,46	+ 3,78	— 3,9	+13,4	714	—150	350	980	...	...	S. 1	0,10	6,0	+ 0,9	94,9
12	734,13	+ 6,21	732,95	735,46	+ 3,69	+ 4,00	+ 1,7	+ 5,9	687	—176	500	980	...	...	variable	0,18	6,1	+ 1,0	92,5
13	736,96	+ 9,04	735,53	737,97	+ 1,01	+ 1,31	— 1,7	+ 4,7	764	— 99	590	860	1,8	2	N. 1	0,52	6,0	+ 0,9	94,1
14	736,70	+ 8,79	736,04	737,33	+ 1,19	+ 1,48	— 1,7	+ 6,6	839	— 23	750	890	...	...	SSO. 1	0,65	...	.....	92,0
15	736,29	+ 8,39	735,26	737,11	+ 2,79	+ 3,06	0,0	+ 7,0	809	— 53	670	900	...	...	variable	0,53	5,9	+ 0,9	91,6
16	736,98	+ 9,09	736,45	737,77	+ 5,11	+ 5,36	+ 2,4	+ 8,1	754	—107	650	920	...	...	variable	0,50	6,0	+ 1,0	91,8
17	737,66	+ 9,78	736,85	738,17	+ 4,26	+ 4,49	+ 1,7	+ 6,0	812	— 49	730	840	...	...	NNE. 2	0,15	6,3	+ 1,4	91,0
18	737,79	+ 9,92	737,10	739,09	+ 3,88	+ 4,08	+ 3,0	+ 5,6	764	— 96	730	910	...	...	variable	1,00	6,0	+ 1,1	86,9
19	740,31	+12,46	739,21	741,71	+ 2,27	+ 2,45	+ 0,7	+ 3,6	796	— 63	750	810	...	...	N. 1	1,00	5,8	+ 0,9	87,6
20	740,75	+12,92	739,82	741,65	+ 0,33	+ 0,47	— 0,8	+ 1,4	905	+ 47	870	880	...	...	NNE. 1	0,88	5,9	+ 1,0	86,0
21	740,60	+12,79	739,75	741,93	— 0,90	— 0,79	— 2,0	+ 0,6	932	+ 74	870	950	...	...	ESE. 1	1,00	...	.....	85,0
22	739,34	+11,55	737,31	741,53	— 0,68	— 0,61	— 1,8	+ 0,6	937	+ 80	920	980	...	...	S. 1	1,00	5,9	+ 1,0	83,8
23	732,62	+ 4,85	726,62	737,90	+ 2,17	+ 2,20	— 4,3	+12,2	724	—132	410	960	...	...	SSE. 1	1,00	5,9	+ 1,1	82,5
24	736,97	+ 9,23	724,82	729,37	+ 4,69	+ 4,68	0,0	+10,1	676	—179	560	1000	...	...	S. 1	0,68	5,9	+ 1,1	82,2
25	727,61	— 0,10	725,69	729,46	— 0,67	— 0,73	— 4,3	+ 5,8	800	— 54	610	810	2,6	2	variable	0,78	6,0	+ 1,2	80,9
26	724,27	— 3,41	718,50	727,08	+ 2,02	+ 1,92	— 3,6	+ 7,8	678	—175	450	970	...	...	variable	0,13	6,0	+ 1,2	80,5
27	717,73	— 9,92	714,84	720,66	+ 5,79	+ 5,64	+ 3,3	+10,0	624	—227	530	930	...	...	SSO. 1	0,62	5,8	+ 1,0	79,8
28	724,19	— 3,42	716,52	731,50	+ 4,76	+ 4,55	+ 2,2	+ 7,0	715	—135	500	880	9,7	4	S. 1	0,80	...	.....	71,0
29	732,35	+ 4,78	730,78	734,54	+ 5,19	+ 4,93	+ 3,5	+ 6,9	874	+ 25	650	810	5,2	4	S. 1	1,00	6,0	+ 1,2	81,9
30	734,69	+ 7,16	734,08	735,51	+ 5,95	+ 5,63	+ 3,5	+11,5	936	+ 88	750	1000	5,3	8	NNO. 1	0,92	5,8	+ 1,0	77,1
31	731,61	+ 4,12	729,06	734,41	+ 4,68	+ 4,30	— 0,9	+14,6	871	+ 25	630	1000	...	...	NNO. 1	0,70	6,0	+ 1,2	87,1
													...	...	S. 1	0,63	5,8	+ 1,0	76,4

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	733,16	733,18	733,54	734,24	733,45	733,61	733,96	733,94
2e »	737,52	737,39	737,42	737,73	736,85	736,70	737,27	737,66
3e »	730,43	729,68	729,90	730,74	730,32	730,01	730,30	730,05
Mois	733,60	733,30	733,50	734,12	733,44	733,33	733,73	733,76
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 1,63	+ 1,34	+ 1,60	+ 3,09	+ 5,15	+ 5,01	+ 3,27	+ 2,34
2e »	+ 1,95	+ 1,23	+ 0,61	+ 2,25	+ 5,08	+ 5,18	+ 3,63	+ 2 45
3e »	+ 1,87	+ 1,10	+ 0,90	+ 2,68	+ 5,67	+ 5,40	+ 3,56	+ 2,82
Mois	+ 1,82	+ 1,21	+ 1,03	+ 2,67	+ 5,32	+ 5,20	+ 3,49	+ 2,55
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	930	946	942	921	844	830	912	910
2e »	817	836	871	813	692	693	741	812
3e »	805	878	902	869	692	687	760	783
Mois	849	886	905	868	741	735	803	833

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 0,73	+ 6,17	+ 6,34	0,81	9,6	95,22
2e »	+ 0,14	+ 6 23	+ 6,00	0,64	1,8	89,85
3e »	— 0,40	+ 7,86	+ 5,91	0,75	22,8	80,29
Mois	+ 0,14	+ 6,79	+ 6,08	0,73	34,2	88,19

Dans ce mois, l'air a été calme 2,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,71 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 21°,1 E. et son intensité est égale à 17,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JANVIER 1884.

Le 1er, brouillard depuis 1 h. du soir.
6, neige jusqu'à 4 h. du soir.
7, forte bise tout le jour ; neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard.
8, brouillard par une forte bise toute la journée.
12, forte bise tout le jour ; brouillard jusqu'à 7 h. du soir, puis neige.
13, très forte bise tout le jour ; brouillard.
14, forte bise tout le jour ; brouillard à 1 h. du soir.
15, très forte bise tout le jour ; brouillard jusqu'à 7 h. du soir.
16, brouillard par une forte bise le matin.
24, forte bise depuis 10 h. du matin ; neige dans la journée ; brouillard à 10 h. du soir.
25, forte bise de 4 à 7 h. du soir.
27, neige tout le jour ; fort vent le matin et forte bise l'après-midi.
28, très forte bise tout le jour ; neige le matin, brouillard l'après-midi.
29, forte bise toute la journée ; neige jusqu'à 1 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM

	mm
Le 1er à 11 h. soir	568,18
5 à 9 h. soir	569,23
10 à 10 h. soir	574,69
19 à 11 h. soir	574,93
24 à minuit	562,61
27 à minuit	557,58
30 à 11 h. soir	570,98

MINIMUM.

	mm
Le 1er à 1 h. matin	566,98
3 à 3 h. soir	565,92
8 à 6 h. matin	559,98
12 à midi	562,32
24 à 2 h. soir	558,62
27 à 10 h. matin	552,98
28 à 6 h. matin	552,97
31 à 11 h. soir	566,72

SAINT-BERNARD. — JANVIER 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	567,67	+ 6,31	566,98	568,18	—10,25	— 1,64	—11,2	— 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,92
2	567,62	+ 6,29	567,22	568 02	— 7,53	+ 1,11	— 9,5	— 6,3	.....	.....	....	variable	0,80
3	566,71	+ 5,40	565,92	566,81	— 4,01	+ 4,66	— 6,8	— 1,4	.....	.....	....	NE. 1	0,43
4	567,57	+ 6.28	567,12	568,31	— 4,38	+ 4,32	— 5,6	— 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,60
5	568,80	+ 7,53	568.13	569,23	— 1,68	+ 7,05	— 5,0	+ 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,60
6	567,56	+ 6,31	566,29	569,00	— 1,93	+ 6,84	— 3,2	+ 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0.23
7	563,78	+ 2,55	561,67	565,98	— 6,36	+ 2.44	— 8,4	— 3,2	330	27,1	....	NE. 1	0,80
8	562,35	+ 1,14	559,98	565,56	—10,25	— 1,42	—10,8	— 9.2	180	16,4	....	NE. 2	1.00
9	569,34	+ 8,16	565,58	573,08	— 6.93	+ 1,92	—10,5	— 4,3	.....	.....	....	NE. 2	1.00
10	573,96	+12,81	573,11	574,69	— 0,23	+ 8,64	— 4,4	+ 2,6	.....	.....	....	NE. 1	0,12
11	570,69	+ 9,57	566,30	574,04	— 1,81	+ 7,08	— 5,0	+ 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0.00
12	563,90	+ 2,80	562,32	565,98	—13,51	— 4.60	—15,5	—10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,07
13	565,62	+ 4,55	564.02	567,50	—12,56	— 3,63	—14 8	— 9,8	80	6,5	....	NE. 2	0,93
14	567,10	+ 6,06	566,20	568,02	— 9,63	— 0 68	—12,6	— 8,4	.....	.....	....	NE. 3	0,60
15	566,86	+ 5,85	566,08	568,03	— 8,80	+ 0.17	—10,0	— 7,4	.....	.....	....	NE. 2	0 37
16	569,03	+ 8,05	568.12	570,03	— 8,30	+ 0.69	— 9,6	— 6,0	.....	.....	....	NE. 3	0,87
17	570,25	+ 9,30	569,32	570.98	— 2,43	+ 6,58	— 5,9	+ 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,38
18	571.04	+10,12	570,48	571,93	— 2,18	+ 6,84	— 3,5	+ 0,9	.....	.....	....	NE. 1	0.10
19	572,97	+12,08	571,82	574,93	— 2,56	+ 6,47	— 4,2	+ 0,1	.....	.....	....	NE. 1	0,00
20	573,66	+12,80	572,95	574,54	— 2,91	+ 6,13	— 3,7	— 1,2	.....	.....	....	NE. 1	0,05
21	573,21	+12,39	572,63	573,80	— 3,38	+ 5,67	— 4,8	— 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
22	573,12	+12,33	572,06	573,71	— 1,08	+ 7,98	— 3,0	+ 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,00
23	568,18	+ 7,42	563,14	571,87	— 0,93	+ 8,14	— 3,7	+ 1,1	.....	.....	....	NE. 1	0,00
24	559,92	— 0,81	558,62	562,61	—10,68	— 1,61	—13,8	— 5,4	100	7,2	....	NE. 1	0,33
25	559,91	— 0,78	559,12	560.89	—10,88	— 1,80	—15,0	— 7,6	.....	.....	....	NE. 2	0,98
26	559,24	— 1,41	555,70	560,11	— 9,88	— 0,80	—13,2	— 5,3	.....	.....	....	NE. 1	0,10
27	554,53	— 6,08	552,98	557,58	—11,75	— 2,67	—12,8	—10,4	250	23,3	....	NE. 1	0,17
28	556,00	— 4,57	552,97	562,51	—11,81	— 2.73	—12,2	— 9,2	190	11,4	....	NE. 2	1,00
29	566.02	+ 5 48	563,00	569,06	— 4,25	+ 4,83	—12,2	— 2.4	100	8,6	....	NE. 3	1,00
30	569,84	— 9,33	568,68	570,98	— 1,46	+ 7,61	— 6,0	+ 2,3	.....	.....	....	NE. 2	0.67
31	569.73	+ 9,25	566,72	571,09	+ 1,95	+11,02	— 0,8	+ 4,7	.....	.....	....	NE. 1	0,05
												NE. 1	0,08

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	567,18	567,13	567,10	567,79	567,48	567,61	567,89	568,11
2e »	569,34	569,06	568,92	569,15	568,84	568,81	569,34	569,41
3e »	564,92	564,31	564,21	564,65	564,33	564,39	564,74	564,60
Mois	567,07	566,75	566,66	567,11	566,80	566,86	567,24	567,29

Température.

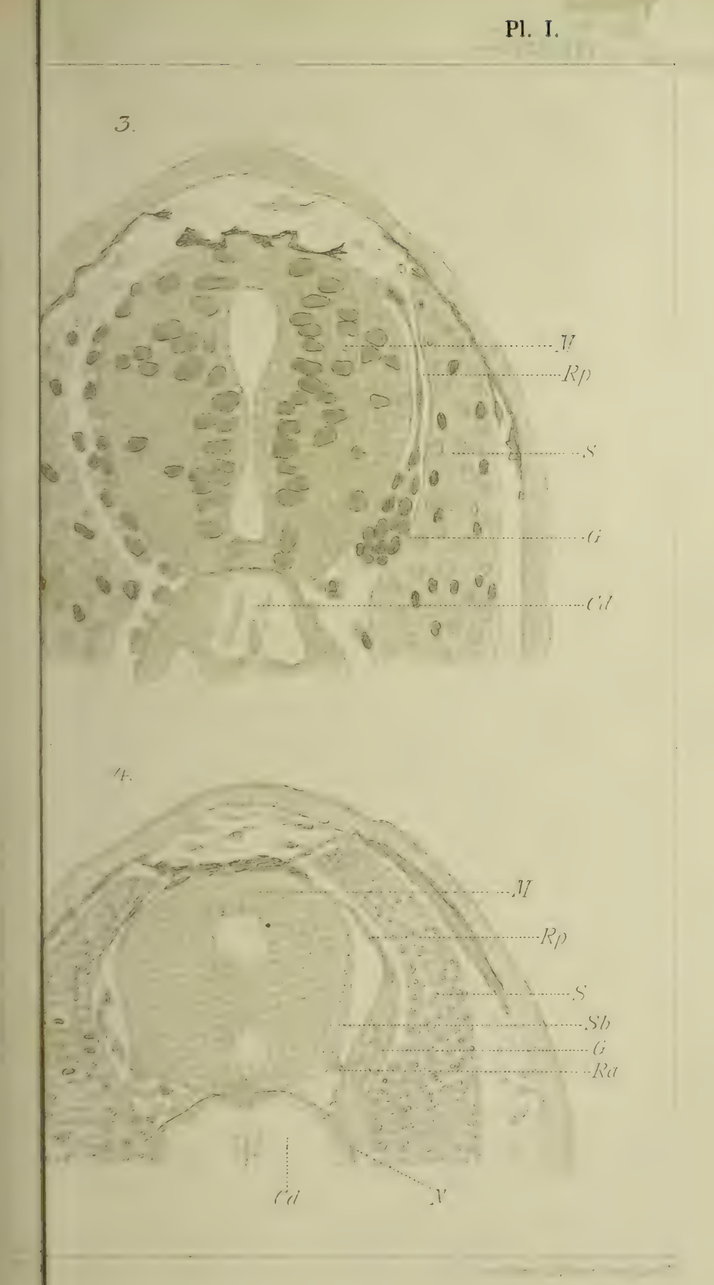
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 5,74	— 4,15	— 3,56	— 5,32	— 5,39	— 5,09
2e »	— 6,42	— 5,59	— 4,39	— 5,91	— 6,87	— 6,76
3e »	— 6,15	— 5,40	— 3,68	— 4,63	— 5,75	— 6,51
Mois	— 6,10	— 5,06	— 3,87	— 5,26	— 5,99	— 6,13

	Min observé.	Max observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,54	— 3,23	0,59	43,5	510
2e »	— 8,48	— 3,96	0,34	6,5	80
3e »	— 8,86	— 2,86	0,40	50,5	940
Mois	— 8,31	— 3,33	0.44	100,5	1530

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 19,43 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 128,5 sur 100.


3.
M
Rp
S
G
Cd
4.
M
Rp
S
Sb
G
Ra
Cd
N



REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1883

PAR

M. ERNEST FAVRE

Cette revue est divisée comme les précédentes en deux parties : la première comprend l'examen des descriptions géologiques et des recherches relatives aux minéraux, aux roches, à la géologie dynamique, etc. ; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

Deux éminents géologues et paléontologistes sont morts cette année : M. *Pierre Mérian* et M. *Oswald Heer.*

M. le professeur RUTIMEYER[1] a retracé le portrait de de son ami et collègue le professeur *Pierre Mérian* (20 décembre 1794-8 février 1883) dont la longue vie a été entièrement consacrée au bien de son pays et au progrès de la science. Le catalogue de ses publications joint à cette notice commence en 1819 pour se terminer en 1882.

M. SCHRŒTER[2] et M. ROTHPLETZ[3] ont publié des notices biographiques sur M. *Oswald Heer* (31 août 1809-27 septembre 1883).

[1] Rutimeyer, Rathsherr Peter Merian, *Programm zur Rectoratsfeier der Universität Basel*, 1883.

[2] C. Schröter, Oswald Heer, Nekrolog. Zurich, 1883.

[3] Rothpletz, Oswald Heer, *Botan. Centralblatt*, n° 5, 1884.

La Commission géologique a fait paraître en tête d'un mémoire de *Gerlach* une courte esquisse biographique de ce savant géologue (1822-1871) due à son fils Fr. Gerlach [1].

Nous avons aussi à signaler la mort de M. *A. Guyot* (1807-1884), l'ancien compagnon de travail d'*Agassiz,* établi depuis longtemps en Amérique; il avait publié [2] dernièrement une biographie de son illustre ami. M. L. Favre [3] lui a consacré un article nécrologique.

Le comité de la Société géologique suisse [4], auquel le comité suisse d'unification géologique a transmis des pouvoirs, a préparé par une publication la réunion de la commission internationale, dont la session a eu lieu à Zurich en août 1883 [5].

I. Descriptions, roches, géologie dynamique, etc.

Descriptions géologiques.

Alpes. *Versant nord.* La *Commission géologique* [6] suisse a publié la feuille XVII de la carte fédérale colorée géologiquement par MM. Renevier, Ischer, E. Favre et

[1] Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, 1883, livr. 27.

[2] Guyot, Memoir of Louis Agassiz. 1807-1873. 1883.

[3] L. Favre, *Suisse libérale*, *Neuchâtel*, févr. 1884.

[4] Unification géologique, Propositions du Comité suisse aux commissions internationales en vue de leur conférence à Zurich en août 1883. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1883, IX, 432.

[5] Compte rendu des séances de la commission internationale de nomenclature géologique et du comité de la carte géologique de l'Europe, tenues à Zurich en août 1883. Bologne, 1883.

[6] Commission géologique, Feuille XVII de la carte fédérale à $^1/_{100,000}$, coloriée géologiquement. 1883.

Gerlach. Cette feuille renferme des régions très variées. De l'O. à l'E. on trouve d'abord, dans la partie dont j'ai eu à m'occuper, un petit fragment de la plaine avec les terrains de la mollasse (mollasse d'eau douce inférieure, nagelfluh, mollasse rouge), puis la série des chaînes extérieures des Alpes (Moléson, Verreaux, Pays d'En-Haut, Tours d'Aï, Ormonts), dans lesquelles se trouvent les terrains secondaires et tertiaires, de la cargneule triasique au flysch. La plupart des terrains jurassiques et crétacés y sont représentés par les facies à céphalopodes; le nummulitique manque.

Le mémoire récent de MM. de Loriol et Schardt sur les calcaires à *Mytilus* du terrain bathonien, apporte une modification notable à cette carte où, dans l'absence de déterminations rigoureuses, j'avais classé ces calcaires dans le kimméridien. Je reviendrai plus loin sur ce sujet.

J'ai colorié aussi la région située sur la rive gauche du Rhône, des bords du lac à la Dent-du-Midi. Elle renferme le prolongement des terrains de la rive droite, le massif des calcaires du Chablais, rapportés au terrain éocène, tandis que M. A. Favre les avait classés dans le lias, et le groupe de la Dent-du-Midi, qui appartient à la grande chaîne jurassique, crétacée et nummulitique qui succède au S.-E. aux chaînes extérieures.

M. Renevier a résumé sur cette carte des observations déjà publiées sur sa carte à $^1/_{50000}$, comprenant la contrée enveloppée par le coude du Rhône, de la Grande Eau à Ardon, et il l'a complétée par ses observations jusqu'à la vallée des Ormonts[1]. Les Diablerets, le Meuveran, Morcles, en sont les principaux sommets.

[1] M. Renevier a publié une notice sur cette contrée (*Revue* pour 1877, 156).

Le travail de M. Ischer embrasse le prolongement oriental de cette grande chaîne dont la stratigraphie est très compliquée et la région non moins complexe de la chaîne du Niesen, à l'est des sources de la Sarine et de la Simme. Ses observations dans cette dernière contrée ne s'accordent pas avec celles de M. Gilliéron dans la feuille XII, sur l'âge de la cargneule, et sur celui d'une roche nommée *Hornfluhgestein* dont il a fait un représentant du jurassique supérieur.

Enfin, la partie située au sud du cours du Rhône, de Tourtemagne à Saxon a été coloriée d'après les travaux de Gerlach. Elle est formée en majeure partie de schistes de Casannia, de quartzite, de dolomie, de gypse et de terrain houiller [1].

Un rapport d'expertise sur les eaux thermales de Lavey, dont la température et le débit diminuaient, indique le moyen de remédier à ces inconvénients. Nous n'avons à signaler ici que la partie géologique de ce mémoire, due à M. Renevier [2]. Les bords du Rhône sont constitués par un terrain meuble, terrain d'éboulement, et par le terrain erratique. De grands éboulis occupent le pied des Rochers des Feincles, formés de roches feldspathiques, semi-cristallines, stratifiées, qu'on a assimilées au gneiss. M. Renevier les regarde comme sédimentaires et appartenant probablement au carbonifère. Cette roche a aussi été trouvée sous les alluvions glaciaires au fond du puits où jaillit l'eau thermale. Ce terrain est surmonté d'un banc d'arkose, recouvert par la cargneule qui plonge sous les calcaires

[1] Des détails sur ces terrains sont contenus dans le travail de Gerlach, cité p. 217.

[2] Renevier, Rapport d'expertise sur les eaux thermales de Lavey. Lausanne, 1883.

jurassiques du Roc de Dailly. Le puits actuel est dans la situation la plus favorable pour le captage des eaux thermales et des recherches faites ailleurs n'auraient guère de chances de succès.

On trouvera beaucoup d'indications géologiques dans la notice préparée pour le club alpin, par M. de FELLENBERG[1] sur les Alpes calcaires bernoises et valaisannes, et la partie occidentale du massif du Finsteraarhorn; tout un chapitre est consacré à la géologie de cette dernière région et résume les travaux de M. Studer et ses propres observations. Ce qu'il y a de nouveau dans les documents dispersés dans ce volume sera repris systématiquement dans les mémoires de cet auteur et de M. Ischer. Un catalogue des minéraux trouvés dans cette contrée et de leurs gisements, fournit beaucoup d'indications nouvelles.

M. MŒSCH[2] a décrit une coupe très compliquée, prise du Titlis au lac des Quatre-Cantons. Le texte explicatif de la carte fédérale nous la donnera prochainement avec des figures.

Nous avons souvent déjà parlé dans cette *Revue* du renversement gigantesque observé par plusieurs géologues suisses, dans les Alpes de la rive gauche du Rhin, et qui a été décrit par M. Heim sous le nom du double pli glaronnais. (Rev. pour 1882, 180). L'équivalent de ce renversement ne se retrouve nulle part ailleurs dans la chaîne des Alpes. Y a-t-il réellement là un phénomène anormal et unique, ou bien cette divergence provient-elle seulement de la théorie par laquelle on explique la struc-

[1] E. de Fellenberg, Les Alpes calcaires occidentales et l'aile occidentale du massif du Finsteraarhorn. S. A. C. pour 1882-1884. Traduit par S. Chavannes.

[2] Mœsch, *Archives*, 1883, X, 529.

ture de cette contrée ? Telle est la question que M. ROTHPLETZ[1] a cherché à résoudre en étudiant simultanément les régions des deux rives du Rhin.

L'auteur décrit d'abord le rôle stratigraphique des formations dans cette région. Il peut se résumer comme suit : La base des Alpes calcaires septentrionales est formée par des schistes cristallins anciens de la zone centrale. Ils sont recouverts à l'est par des schistes argileux puissants, peut-être siluriens. Au-dessus viennent, à l'E. et à l'O., des lambeaux de carbonifère ; le permien (verrucano et dolomie), repose en discordance sur les formations ; les puissants conglomérats déposés entre le Rhin et la Linth et dans la vallée du Rhône, indiquent que ces régions étaient alors de profondes dépressions. Le trias, les terrains rhétien et jurassique, concordants entre eux, recouvrent en discordance les dépôts plus anciens ; le grès bigarré bien développé à l'est s'atténue et disparaît dans le Vorarlberg ; mais le muschelkalk et le keuper s'étendent transgressivement jusque vers le Rhin. Les terrains jurassiques se prolongent encore plus à l'ouest et constituent les Alpes calcaires suisses. Les Alpes orientales formaient donc une dépression à l'époque triasique. En Suisse le terrain jurassique s'avance transgressivement au delà du lias vers la chaîne centrale. Les terrains crétacés sont concordants avec les jurassiques. L'éocène est en discordance sur les formations plus anciennes ; ce fait, peu marqué dans les chaînes extérieures, devient de plus en plus frappant en avançant dans les Alpes, où ce terrain repose soit sur le crétacé inférieur, soit sur le terrain

[1] Rothpletz, Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheines. *Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch.*, 1883, XXXV, 134.

jurassique. Une dépression en forme de golfe se dessine à cette époque dans la région comprise entre la Reuss et le Rhin. La mollasse est toujours subalpine.

La structure des Alpes orientales est dans ses grands traits la suivante : Au nord des schistes anciens, on trouve les roches sédimentaires disposées en plusieurs chaînes à peu près parallèles à l'axe central et dont chacune a sa structure particulière; elles sont séparées les unes des autres par de grandes failles longitudinales qui ont, pour ainsi dire, découpé en segments des dépôts autrefois continus. Chacun d'eux a subi des dislocations indépendantes de celles des autres; plus ils sont rapprochés de la zone centrale, plus le soulèvement vertical a été considérable; en même temps ils ont fait un mouvement horizontal vers le nord, les segments intérieurs étant généralement déjetés sur les extérieurs. De plus, les couches ont subi des plissements considérables qui affectent, d'un segment à l'autre, des formes très diverses et dans lesquels sont intervenues des failles secondaires. Cette structure générale est altérée parfois par d'autres circonstances telles que la formation de massifs locaux, isolés entre les grands segments ou même dans leur intérieur, ou bien des failles transversales qui, comme les longitudinales, ont produit des déplacements soit verticaux, soit dirigés vers le nord. Tous ces phénomènes datent, comme la chaîne des Alpes elles-mêmes, de la période tertiaire néogène; mais il est certain qu'il y a eu auparavant dans cette même région beaucoup de dislocations qui ont été effacées par les derniers soulèvements.

M. Rothpletz fait l'application de ces principes aux Alpes orientales et prend comme exemple quelques profils dans les Alpes bavaroises et dans le Vorarlberg. On

trouve dans cette dernière région : une première faille (*a*) à la limite nord de la chaîne, de laquelle résulte le plongement apparent de la mollasse sous les formations alpines; une première grande zone éocène et crétacée avec des plis et des failles secondaires; une nouvelle faille (*b*), puis une zone triasique et rhétienne, très large à l'E., mais diminuant vers la vallée du Rhin.

A l'O. de ce fleuve la chaîne est aussi limitée au nord par la faille *a* qui borde la grande zone éocène et crétacée; celle-ci est disloquée par les deux failles secondaires du lac de Wallenstadt, au sud desquelles apparaît tout à coup tout l'ensemble des terrains jurassiques et liasiques, ainsi que le permien, par le fait que la faille *b*, au lieu de plonger vers le sud comme à l'E. du Rhin, est très fortement inclinée vers le nord; cette modification a eu pour conséquence la superposition des couches permiennes sur les couches éocènes de la zone suivante. Le même fait se voit plus à l'ouest, dans la coupe prise des Mythen à la vallée de Maderan, où l'inclinaison vers le nord de la faille *b* amène la superposition de la série jurassique et permienne du Faulenstock sur le terrain éocène.

M. Rothpletz constate ainsi que les Alpes glaronnaises ont la même structure que celles du Vorarlberg; la seule différence est que la faille *b* qui sépare la zone extérieure des zones suivantes est, entre la Reuss et le Rhin, inclinée au nord au lieu de l'être au sud, ce qui a amené un rejet des terrains plus anciens sur les plus récents; ce phénomène ne s'observe que dans cette région. C'est précisément ce fait que M. Heim a cherché à expliquer par le pli septentrional glaronnais.

Si cette superposition anormale était due à un pli

déjeté, il faudrait, ou démontrer la présence de la série en ordre inverse des formations constituant la face inférieure du pli, ou expliquer leur absence là où l'on ne peut les constater. M. Heim a cherché à le faire; il attribue l'absence de certains terrains ou leur réduction à un minimum, à la compression subie et à la déformation des roches, et il a constaté la présence sous le verrucano de fragments de la série dans l'ordre inverse, dolomie de Rothi et terrain jurassique (calcaire de la Lochseite). Mais M. Rothpletz[1] conteste ces faits; il nie la présence de cette dolomie qu'il dit être un petit banc calcaire coloré de la base du verrucano; quant au calcaire de la Lochseite, M. Pfaff s'était déjà prononcé contre l'âge qui lui est attribué : cette roche dont la nature primitive était schisteuse, mais qui a été brisée et pénétrée de toutes parts de veines de carbonate de chaux jusqu'à en devenir un calcaire compacte, fait, d'après M. Rothpletz, partie du terrain éocène; il a été en contact avec la grande faille *b* et il a été modifié par les phénomènes qui ont accompagné cette faille. Le verrucano reposerait donc sur l'éocène par suite d'un glissement le long de la faille *b* très inclinée vers le nord. L'explication qu'il donne de ces superpositions anormales n'est, suivant sa remarque, que le développement de l'hypothèse déjà émise en 1853 par M. Studer.

Outre les failles longitudinales que nous avons indiquées, M. Rothpletz mentionne encore celle qui, longeant toute la vallée du Rhin antérieur de Coire à l'Oberalp,

[1] Cet auteur déclare que c'est par un malentendu que son nom a été joint à celui des géologues qui, après examen, ont adhéré à la théorie de M. Heim (*Rev.* pour 1882, 189).

passe par la vallée d'Urseren et la Furca, et arrive dans la vallée du Rhône, séparant le massif du Gothard de celui du Finsteraarhorn. Plusieurs géologues ont cherché à expliquer par un pli la disposition des couches entre ces deux massifs; M. Stapff a même cru constater l'existence d'un double pli ; mais M. Rothpletz, d'accord avec M. de Fritsch, combat cette idée.

L'auteur ajoute enfin quelques observations sur les failles transversales si importantes dans cette partie des Alpes, celle de la Linth, celle du Rhin, de Coire à Lindau et celle de Ragatz au lac de Wallenstadt, dont elle suit le bord septentrional pour se prolonger ensuite tout le long de la rive gauche du lac de Zurich. Toutes ces lignes de fractures sont tracées sur une esquisse d'ensemble des deux rives du Rhin. Il y a un rapport intime entre elles et la formation des vallées.

La forte inclinaison vers le nord de la faille entre le Rhin et la Reuss, et le fait que les formations ont été en ce point si fortement déjetées vers le sud, peut s'expliquer par la résistance du massif de la Forêt-Noire à la pression venant du sud, cette résistance coïncidant avec la présence dans cette région d'une dépression dans laquelle s'accumulaient les sédiments éocènes, tandis que les massifs qui la bordaient étaient déjà plus ou moins soulevés.

On a reconnu depuis quelques années dans les Alpes un nombre considérable de *Klippen*, massifs de dimensions variables formés de un ou plusieurs terrains qui ont surgi au milieu d'autres formations sans paraître avoir avec eux aucune liaison stratigraphique. M. Rothpletz les attribue à des dislocations qui auraient eu lieu pendant les diverses périodes antérieures au dernier soulèvement.

M. E. DE FELLENBERG[1] a résumé les observations faites par plusieurs géologues sous la direction de M. Heim dans la région du double pli glaronnais. L'ensemble de ces géologues n'a pu confirmer les objections faites par M. Vacek contre la théorie de M. Heim. Les objections de M. Rothpletz lui paraissent au contraire mériter un examen attentif.

M. E. DE MOJSISOVICS[2] a constaté la concordance constante des assises néocomiennes sur la série jurassique dans le Salzkammergut. Il a remarqué que les couches de Gosau sont toujours en discordance transgressive sur le crétacé inférieur; elles ont rempli des bassins et des fiords produits par des dislocations postérieures au néocomien et leurs dépôts coïncident fréquemment avec des lignes de fractures qui ont une grande importance dans la structure de cette partie des Alpes.

Chaîne centrale et versant sud. M. RENEVIER[3] a exposé les résultats d'une expertise faite en 1882, avec MM. Lory, Heim et Taramelli, relative aux conditions géologiques de nouveaux tracés proposés pour le tunnel du Simplon. Ce mémoire complète les documents déjà recueillis lors d'une première expertise (Rev. pour 1878, 306) par l'étude du versant N.-E. du Mont-Léone et du Wasenhorn, vers lesquels les nouveaux projets déplacent le tunnel. Celui-ci aurait une longueur de 20 kilomètres. Il évite complètement à l'entrée les gypses et les dolomies de la vallée du Rhône et les amas de terrain erratique.

[1] E. von Fellenberg, *Mittheil. naturf. Ges.*, Bern, 1883, 3.

[2] E. von Mojsisovics, *Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, 293.

[3] Renevier, Etude géologique sur le nouveau projet du tunnel coudé au travers du Simplon. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX.

Sa partie septentrionale traverserait des schistes lustrés plongeant au S.S.E. avec une inclinaison variable et dont les couches se redressent de plus en plus pour devenir verticales et prendre même un plongement au N.O. dans la montagne de Rosswald. Ces schistes sont semblables à ceux de la vallée d'Urseren (Gothard) et à ceux de Bardonnèche (Mont-Cenis). Ils renferment des veines de calcite et de quartz, dont l'épaisseur n'est jamais considérable. L'affleurement de gypse, indiqué au second kilomètre dans le tracé de 1877, serait très probablement évité dans le nouveau projet.

La section centrale du tunnel (9 kil. environ) serait entièrement comprise dans des schistes cristallins feuilletés très variés, gneiss schistoïdes, schistes amphiboliques, micaschistes, micaschistes grenatifères, renfermant des intercalations de calcaire plus ou moins dolomitiques, et de marbre saccharoïde passant au cipolin ; ils plongent au N.-O. avec des inclinaisons très variées. Il se pourrait qu'il n'y ait pas là une superposition régulière, mais une série de plis fortement déjetés au S.-E.

La section méridionale (6 à 7 kil.) est tracée dans le gneiss d'Antigorio, formant une grande voûte sur un des côtés de laquelle reposent les roches précédentes, et dans des schistes micacés feuilletés inférieurs à ce gneiss, reconnus dans l'expertise de cette année.

Le rapport présente en outre un examen des conditions thermiques dans lesquels se ferait le percement. Un calcul qui ne peut être que très approximatif, indique pour le tracé de 1877 une température maximum de 48° centigrades, et pour le nouveau tracé une température de 34 à 35°, tandis que celle du Gothard était 30°,75, et celle qui a été calculée pour le tunnel du Mont-Blanc dépas-

serait 50°. Le nouveau tracé serait sous tous les rapports le plus avantageux. La ligne d'accès sud n'offre aucune difficulté spéciale et se ferait dans des conditions favorables. A Crevola on retrouve dans l'ordre inverse les schistes feuilletés avec intercalation de marbre saccharoïde, plongeant au S.-E. Ils reposent sur le gneiss d'Antigorio et forment le jambage méridional de la grande voûte que traverse la partie sud du tunnel.

Outre une coupe très détaillée du massif du Simplon, ce mémoire renferme plusieurs planches relatives à la mesure des températures.

La Commission géologique a fait paraître depuis quelques années plusieurs feuilles de l'atlas fédéral, pour lesquelles elle a utilisé les travaux déjà imprimés et manuscrits laissés par Gerlach sur les Alpes au sud du Rhône. Ce sont une partie de la feuille XVII (rive gauche du Rhône au sud de Sion); la feuille XXII, comprenant les massifs du Mont-Blanc et du Mont-Cervin; la feuille XXIII qui s'étend du Mont-Rose au lac Majeur (Rev. pour 1883, 181); la feuille XVIII est en préparation. Elle a fait paraître comme texte explicatif de ce grand massif le mémoire de GERLACH[1] sur les Alpes Pennines, imprimé en 1869 dans les Mémoires de la Société helvétique. Nous n'avons pas à rendre compte ici de ce travail déjà ancien (Rev. pour 1869, 4); nous nous bornerons à indiquer la série des formations représentées dans cette région :

1. *T. jurassique moyen et lias.* Val Ferret, Nufenen, Val Bedretto, Arona.

[1] Gerlach, Die Penninischen Alpen. — Bericht über die Bergwerke im Kanton Wallis. *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse*, 1883, XXVII.

2. *Trias. a.* Schistes lustrés; *b.* calcaire de Pontis; *c.* dolomie; *d.* gypse; *e.* cargneule; *f.* schistes bigarrés; *g.* quartzite.

3. *Terrain anthracifère.*

4. *Schistes métamorphiques. A.* Supérieurs: chloriteux, talqueux, amphiboliques, avec intercalations de serpentine. *B.* Inférieurs: dans trois régions différentes, le Valais méridional, la vallée de Devero, les environs d'Orta.

5. *Formations gneissiques. A.* Gneiss talqueux, Dent Blanche, Mont Mari. *B.* Gneiss. *a.* Gneiss supérieur (Crodo, Lebendun, Val Binnen et Monte Leone, Mont Rose, Val Sesia, Val Strona), avec intercalations de serpentine, calcaire, marbre et dolomie; *b.* gneiss inférieur, gneiss d'Antigorio; *c.* roches amphiboliques (diorite et syénite).

6. *Roches massives éruptives:* granit, porphyre.

La description et les belles coupes des Alpes lépontiennes et pennines montrent les rapports de ces diverses formations.

La Commission géologique a fait réimprimer à la suite de ce travail le mémoire du même auteur sur les mines du Valais (Rev. pour 1873, 349), à l'étude et à l'exploitation desquelles il a consacré une grande partie de sa vie. Gerlach passe en revue les mines de houille, d'anthracite, de fer, de plomb, de cuivre, de nickel et cobalt et d'or.

M. PARONA[1] a relevé une coupe de la partie inférieure de la vallée du Strona, un des affluents du lac d'Orta. Après avoir décrit les dépôts quaternaires, il signale la formation du gneiss du Strona, inférieur au schiste micacé argileux d'Orta, et dans laquelle sont intercalés des bancs de calcaire saccharoïde déjà signalés par Gerlach; elle s'appuie à la puissante zone amphibolique indiquée sur la feuille XXIII.

[1] Parona, Nota geologica sulla Valle Strona nel bacino del Lago d'Orta. Turin, 1883.

M. Villa[1] a rendu compte d'une excursion faite dans la Brianza, région connue pour l'abondance de ses fossiles. Il récapitule les diverses formations de cette contrée, et insiste en particulier sur le mélange qu'il a observé à plusieurs reprises de fossiles crétacés et nummulitiques.

M. Bittner[2] a fourni de nouveaux documents sur les terrains secondaires du Val Judicaria qu'il a décrits antérieurement (Rev. pour 1882, 192). Ses remarques portent principalement sur le terrain triasique, dans lequel il a découvert de nouveaux gisements fossilifères ; il montre que le trias du Val Sabbia présente exactement les mêmes caractères que celui du Val Trompia. Il signale aussi diverses observations sur les terrains liasiques et jurassiques, sur la classification desquels il y a eu beaucoup de discussions, et il donne un tableau comparatif des assises de ces diverses formations dans la province de Brescia, le Val Ledro et le Monte-Gaverdina, et la province de Vérone.

M. Pichler et M. Teller ont signalé antérieurement des intercalations de dolomies à diplopores et de calcaires dolomitiques dans les gneiss et les micaschistes du Tyrol, avec lesquels ces roches paraissent en concordance. M. Teller[3] a fait récemment des observations au nord du Pusterthal qui prouvent que cette disposition des terrains

[1] G. B. Villa, Escursioni geologiche fatte nella Brianza. *Atti. Soc. ital. d. Sc. nat.*, 1883, XXVI.

[2] Bittner, Nachtræge zum Berichte über die geologischen Aufnahmen in Judicaria und Val Sabbia. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, XXXIII, 405.

[3] Teller, Neue Vorkommnisse diploporenführender Dolomite und dolomitischer Kalke im Bereiche der altkrystallinischen Schichtreihe Mitteltirols. *Verhandl der k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, 193.

n'est pas un fait isolé. Dans les environs de Innervillgratten, il a reconnu la présence de ces mêmes roches triasiques qui, disposées transgressivement sur les roches cristallines anciennes, ont été enveloppées dans un pli déjeté vers le nord. Ce lambeau est distant de 11 kilomètres de la limite de la zone méridionale du trias. Plus au sud on trouve un deuxième affleurement de même nature, recouvert en concordance apparente par les schistes cristallins, et qui renferme aussi des marnes et des calcaires liasiques avec le facies septentrional de ces roches; mais les roches liasiques ont une étendue beaucoup plus limitée que les triasiques. Ces lambeaux de dolomies qui se suivent depuis Sillian dans la vallée du Winbach jusqu'à Bruneck sont évidemment les restes d'un horizon triasique supérieur qui recouvrait transgressivement les phyllades du Pusterthal. Ces observations fournissent des documents importants pour l'histoire du soulèvement et du plissement de la zone centrale.

M. DE KLIPSTEIN [1] a terminé le second volume de ses matériaux pour la géologie des Alpes orientales. Cette dernière livraison d'une série commencée en 1845, contient une série de travaux détachés sur les deux versants des Alpes, le Tofana-Fanès, les environs de Predazzo, le Val Judicaria, et divers points du Tyrol septentrional.

JURA ET PLAINE. L'étude des sources du Jura a attiré spécialement depuis quelques années l'attention de divers observateurs. M. Jaccard [2] s'est voué à l'examen de cette

[1] Von Klipstein, Beiträge zur geologischen und topographischen Kenntniss der östlichen Alpen, 1883, II, 3.

[2] Jaccard, Note sur les changements du régime des sources dans le Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. Neuchatel*, 1883, XIII, 170. Voyez aussi : Observation sur une source du tunnel des Loges. *Ibid.*, 423.

importante question qui est en relation si intime avec la stratigraphie, et a préparé sur ce sujet un volume et une carte. Un chapitre de cet ouvrage relatif aux altérations que peut subir le régime des sources a été imprimé à part. L'auteur indique par quelques exemples frappants les modifications subies dans divers bassins, Locle, Chaux-de-Fonds, Brévine, etc., sous l'influence de l'action industrielle, exploitation des forêts et des tourbes, des ouvertures voies de communications, etc.

M. Ritter [1] a examiné aussi au point de vue hydrologique les gorges de l'Areuse et le bassin de Noiraigue, et il a publié une série de coupes de cette partie du Jura.

M. Parandier [2] avait déjà en 1830 constaté l'existence dans le Jura de bassins fermés. Ces bassins résultent du croisement de dislocations d'intensités très variables et de directions très différentes les unes des autres, dont trois surtout sont prééminentes dans le massif central du Jura; celle du N. N. E.-S. S. O. prédomine en général; mais elle s'efface parfois aussi devant d'autres. Ces bassins ont une grande importance aux points de vue orographique et hydrographique; leur surface occupe au moins le quart de celle du département du Doubs. Il en est dont le thalweg est plus élevé que le niveau des courants d'eaux, alors les eaux souterraines y pénètrent parfois sous forme éruptive. Quand le thalweg est inférieur au niveau des eaux courantes, celles-ci y pénètrent par des fissures latérales qui, agrandies par l'érosion, de-

[1] Ritter, Mémoire sur l'hydrologie des gorges de l'Areuse et du bassin de Noiraigue, *Bull. Soc. Neuchâtel*, 1883, XIII, 329.

[2] Parandier, Note sur l'existence des bassins fermés dans les monts Jura. *Bull. Soc. géol. de France*, 1883, XI, 441.

viennent des cluses ou des ruz, et ils en sortent de la même manière.

La Commission géologique[1] a fait paraître la description de la feuille IV de l'Atlas fédéral, comprenant une partie des cantons de Saint-Gall, de Thurgovie et de Schaffhouse. M. GUTZWILLER a décrit la région au sud du Rhin et du lac de Constance, entièrement formée de terrain tertiaire et quaternaire. M. SCHALCH s'est occupé de la région au nord du Rhin (Schaffhouse, Höhgau, Schienerberg).

Tandis qu'au sud du Rhin, la carte ne s'étend pas au delà du terrain de la mollasse, au nord de Schaffhouse elle comprend aussi un fragment important du plateau du Jura qui s'étend jusqu'à Thaingen, où il est limité par une faille qui passe par Thaingen, Opferholzen et Wiechs ; il se montre au delà dans des affleurements isolés, puis il forme plus au N.-E. une masse continue entre Engen et Aach ; les couches sont presque horizontales. Outre la mollasse et les terrains quaternaires, on trouve encore dans cette région au nord du Rhin, des dépôts sidérolithiques, et les basaltes et phonolithes du Höhgau avec leurs tufs. Je me borne ici à ces indications générales, résumant plus loin les caractères spéciaux de ces formations.

WURTEMBERG. M. Th. ENGEL[2] a publié un guide du géologue dans le Wurtemberg, avec une petite carte géologique et six planches de fossiles. Il décrit les formations à partir des plus anciennes, donne un grand nombre de profils, des listes de fossiles aussi complètes que possible,

[1] Gutzwiller und Schalch, Geologische Beschreibung der Kantone St-Gallen, Thurgau und Schaffhausen. *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, 1883, XIX.

[2] Engel, Geognostischer Wegweiser durch Wurtemberg. Stuttgart, 1883.

et signale les gisements dans lesquels les formations peuvent le mieux être étudiées. Cet ouvrage est uniquement descriptif et pratique; il laisse de côté toutes les hypothèses et théories scientifiques, et sera certainement d'une utilité réelle à tous ceux qui voudront parcourir le Wurtemberg, où en étudier à distance les formations. La série des terrains jurassiques, si développés dans cette région, occupe aussi la majeure partie du volume.

Minéraux, roches; géologie dynamique, etc.

MINÉRAUX. On doit à M. CATHREIN [1] des recherches sur divers minéraux des environs de Predazzo.

M. SELIGMANN [2] a publié quelques observations minéralogiques, faites pendant un voyage dans le Dauphiné et en Suisse.

M. FRIEDEL [3] a fait l'analyse d'un minéral rapporté par M. Parran du Val d'Aoste, où il accompagne la serpentine, et qu'il a reconnu être de la brucite; c'est un échantillon en grandes lames d'un blanc un peu jaunâtre, tendre, à clivages faciles, biréfringentes à un axe positif, ressemblant à la brucite de Hoboken (New-Jersey). En voici l'analyse :

Magnésie	67,06
Protoxyde de fer	1,13
Eau	29,48
Silice et partie insoluble	2,13
	99,80

[1] Cathrein, *Zeitschr. für Krystallogr. und Miner.*, 1883, VIII, 219.

[2] Seligmann, *Verhandl. d. naturf. Ver. d. Preuss. Rheinl. u. Westphalen*, 1882, XXXIX, 106.

[3] Friedel, Sur la brucite de Cogne (vallée d'Aoste). *Bull. Soc. minéral. de France*, 1882, 324. *Atti. Accad. d. Sc. de Torino*, 1883, XVIII, 75.

M. HINTZE[1] a décrit la forme de cristaux de dolomie du Val Binnen.

M. GRUNDMANN[2] a signalé la présence de la baryte sulfatée dans la même vallée.

M. E. DE FELLENBERG[3] a décrit des échantillons de spathfluor cristallisé, trouvés dans le calcaire dolomitique du Trolerengraben, dans le Baltschiederthal (Valais).

M. ENGELMANN[4] a étudié un minéral du Scopi, près du Lukmanier, déjà signalé par M. de Fellenberg, et qui avait reçu le nom de bémentite.

Sa dureté est 7,5; sa densité 3 à 3,1. L'analyse a montré que c'est de la danburite, minéral connu seulement de Danbury dans le Connecticut et de l'État de New-York, où il a été trouvé dans des dolomies, puis dans le granit. Au Scopi on l'a trouvé dans la chlorite, en cristaux semblables à ceux de l'Amérique. L'analyse donne :

$Si O^2$	48,92
$Ca O^2$	21,97
$Fe^2 O^3$ (M^2O^3)	1,87
$B^2 O^3$	26,88
Perte	0,36
	100

Plusieurs autres minéralogistes[5] se sont aussi occupés

[1] Hintze, Zur Krystallform des Dolomits aus den Binnenthal. *Zeitschr. für Krystallogr.*, 1883, VII, 438.

[2] Gründmann, *Ibid.*, 1883, VII, 243.

[3] E. de Fellenberg. *Archives*, 1883, X, 522.

[4] Engelmann *in* Bachmann, Mineralogisches. *Mittheilungen Bern*, 1882.

[5] HINTZE, *Verhandl. d. naturf. Ver. d. Preuss. Rheinl. und Westphalen*, 1882, XXXIX, 121. *Zeitschr. f. Krystallogr. u. Miner.*, 1882, VII, 296.—SCHRAUF, *Zeitschr. f. Krystallog.*, 1882, VII, 391.

de ce minéral et en ont publié des descriptions et des analyses dans divers journaux.

M. V. Fino[1] a découvert un gisement de rodonite, aux environs de Viu, dans la vallée du Lanzo. Les gisements de silicate de manganèse sont rares en Italie; dans les Alpes il a été trouvé à Saint-Marcel, dans le Val d'Aoste, et au Monte Civillina dans le Vicentin. L'analyse montre que ces nouveaux échantillons se rapprochent surtout de ceux de Saint-Marcel :

	Viu	St-Marcel.
Silice	44,31	46,37
Oxyde de manganèse	48,77	47,38
Oxyde ferreux	1,53	
Chaux	4,44	5,48
Perte par calcination	1,25	
	100,30	99,23

Roches. M. E. de Fellenberg a trouvé près de Sonvillier dans le Jura à 900^{m} de hauteur environ, un bloc erratique du glacier du Rhône que M. Stelzner[2] a reconnu être un épidote à glaucophane. Le glaucophane en cristaux allongés en forme la majeure partie; l'épidote y est abondant; la titanite s'y trouve aussi quoique plus rare, on y reconnaît aussi un peu de magnétite, du rutile(?) du quartz,

— Bodewig, *Ibid.*, 391.— Ludwig, *Anzeiger der K. Akad. d. Wiss.* Wien, 1882, n° XXIV.— Sur ces diverses notices voy. *Neu. Jahrb.*, 1883, II, 11.

[1] V. Fino, Sulla Rodonite di Viu. *Atti. Accad. delle Sc. di Torino*, 1883, XVIII, 39.

[2] Stelzner, Ueber ein Glaucophan-Epidot-Gestein aus der Schweiz. *Neu. Jahrb. für Miner.*, 1883, I, 208, *Corresp.*

M. *A. Favre* a déjà signalé cette roche dans plusieurs gisements. Il cite la description qu'en a donnée M. Michel Lévy. *Descript. géolog. du canton de Genève*, I, 264.

et comme formation secondaire un minéral vert. Le gisement originaire de cette roche est inconnu dans les Alpes valaisannes, il est probable qu'elle provient du massif du Mont-Rose, des roches analogues ayant déjà été reconnues dans ce massif[1].

M. M. de Tribolet[2] a publié diverses analyses de calcaires hydrauliques, provenant des Convers (argovien moyen, zone des calcaires hydrauliques) de Noiraigue (visulien) dans le Jura neuchâtelois, et de Vallorbes (oxfordien) dans le Jura vaudois.

Je ne cite ici que pour mémoire le beau travail de M. Gumbel[3] sur la formation et la structure des dépôts charbonneux fossiles ; ce travail d'une portée trop générale pour rentrer dans le cadre de cette revue, renferme cependant bien des données qui concernent directement nos dépôts suisses depuis la tourbe jusqu'à l'anthracite.

M. Felber[4] a publié une note sur la formation de la houille ; il décrit les transformations matérielles et chimiques qu'ont dû subir les végétaux pour arriver à cet état, et particulièrement la formation de la tourbe. Il signale ensuite les terrains dans lesquels les dépôts charbonneux sont renfermés en Suisse et les principales exploitations.

Voici une statistique de la quantité de ces combustibles extraits annuellement des divers gisements :

[1] Bodewig, *Poggendorf Ann.*, 1876, 224. Cossa., *Rev. pour 1880*, 152.

[2] M. de Tribolet, Analyse de calcaires hydrauliques du Jura neuchâtelois et vaudois. *Bull. Soc. vaud.*, 1882, XVIII, 148.

[3] Gümbel, Beitræge zur Kenntniss der Texturverhältnisse der Mineralkohlen *Sitzungs-Ber. der k. bayer. Akad. d. Wissensch.*, 1883, 11.

[4] Felber, Die Bildung von Steinkohlen oder steinkohlenartigen Substanzen und deren Ausbeutung in der Schweiz, 1883.

Chandoline	10,000 m.c.
Grône	12,000
St-Brancher	8,000
Collonge (Outre-Rhône)	5,000
Boltigen	200
Canton de Vaud	13,800
Käpfnach	30,000
Durnten et lieux voisins	8,000
Utznach	60,000
Mörschwyl	10,000
Divers	13,000
Mètres cubes	170,000

représentant une valeur d'environ 300,000 francs. Ces combustibles sont répartis dans la plupart des formations du terrain quaternaire au terrain houiller. Le tableau qu'en donne l'auteur et qui énumère chaque localité, est intéressant à consulter, nous en extrayons un petit nombre de noms :

Période actuelle. Tourbe, très commune.

T. quaternaire. Lignites d'Utznach, Durnten, Wetzikon, Mörschwyl (Zurich), Wangen (Schwytz), Eschenbach (St-Gall).

T. tertiaire. Surtout dans la mollasse. Lutry, Paudex, Belmont, Oron (Vaud), se continuant le long du pied des Alpes par le canton de Berne, Lucerne, Thurgovie. Divers gisements isolés.

T. *crétacé.* Manque.

T. jurassique. Vouvry. Nombreux gisements dans une zone qui s'étend des Ormonts au lac de Thoune par Boltigen et Wimmis.

T. triasique. Petits amas dans le keuper des cantons de Soleure, Bâle, Argovie.

T. houiller. Titlis, Tödi, Manno près Lugano. Valais (5 concessions pour la houille, 26 pour l'anthracite).

EAUX MINÉRALES. M. DIEULAFAIT[1] a reconnu d'une ma-

[1] Dieulafait, Recherches géologico-chimiques sur les terrains salifères des Alpes suisses et en particulier sur celui de Bex. *Comptes rendus Acad. des Sc.*, 1883, XCVI, 452. — Voyez aussi *Ann. de chimie et de physique*, XXV.

nière constante dans les produits de l'évaporation de l'eau des marais salants, la lithine, la strontiane et l'acide borique ; l'association de ces substances à des dépôts anciens de gypse et de sel gemme constitue un argument puissant en faveur de l'idée que ces substances sont des produits d'évaporation des anciennes mers. L'auteur les a rencontrées dans un grand nombre de dépôts salifères de l'Europe occidentale. En Suisse il les a reconnues dans le gisement de Bex ; le sel, le gypse, les argiles salifères et les dolomies renferment tous une proportion notable de lithine. 87 échantillons de gypse pris dans toute l'épaisseur de la formation salifère, ont fourni à l'analyse de la strontiane ; les eaux mères sont riches en acide borique. Plusieurs autres dépôts salifères des Alpes suisses ont donné à M. Dieulafait les mêmes résultats, analogues à ceux qui ont été obtenus dans les Alpes françaises, le Jura et les Pyrénées. Ces terrains salifères sont donc sans aucun doute des produits provenant de l'évaporation des anciennes mers.

M. Goll [1] a donné l'analyse des eaux alcalines de Pignieu-Andeer dans les Grisons.

Tremblements de terre. M. F.-A. Forel [2] a résumé les observations relatives aux tremblements de terre en Suisse pendant l'année 1881, d'après les divers rapports publiés sur ce sujet ; nous nous bornons à indiquer ce travail qui vient de paraître dans les *Archives*.

[1] Goll, Das Mineralbad Pignieu-Andeer, Zurich, 1882. *Extr. Jahresb. naturf. Ges. Graubünden*, 1882, XXVI, 166.

[2] F.-A. Forel, Les tremblements de terre étudiés par la commission sismologique suisse pendant l'année 1881. *Archives*, 1884, XI, 147. — Il y a à faire une rectification dans le compte rendu donné du travail de M. Heim sur ce sujet (*Rev.* pour 1882, 219). Les 166 secousses ont bien été constatées par de nombreux témoins ; 18 d'entre elles se sont propagées sur une aire considérable.

CAILLOUX IMPRESSIONNÉS. M. MUHLBERG [1] a publié des observations sur les cailloux impressionnés, comprimés et écrasés. M. CHAVANNES [2] a fait quelques observations sur le même sujet.

II. Terrains.

Terrains primaires.

M. STERRY-HUNT [3] a publié un travail sur l'origine des serpentines. Les opinions les plus variées ont été émises et règnent encore sur la formation de ces roches, que les uns regardent comme éruptives, les autres comme aqueuses et sédimentaires; l'auteur fait l'historique de la question et résume les observations sur leurs gisements en Amérique et en Europe. Nous n'indiquerons ici que d'une manière très succincte les résultats de ces recherches comparatives sur les deux continents. L'auteur se rattache à l'hypothèse d'une origine aqueuse; elle peut s'expliquer chimiquement et elle est conforme aux observations faites sur les gisements de cette roche qui se trouve interstratifiée dans des horizons géologiques très divers. En Amérique on la trouve en effet dans le laurentien, le huronien et dans les gneiss plus récents du Montalban; dans les roches taconiques de la Pensylvanie et dans le silurien de l'Etat de New-York. En Europe l'auteur résume les nombreuses observations faites sur les serpen-

[1] Mühlberg, Cailloux comprimés et écrasés. *Archives*, 1883, X, 518.

[2] Chavannes, *Ibid.*, 520.

[3] Sterry Hunt, The geological history of serpentines including studies of precambrian rocks. *Transact. of the roy. Soc. of Canada*, 1883, I.

tines des Alpes et de l'Italie en les rapportant aux quatre époques suivantes :

1. Gneiss ancien ou granitoïde avec des quartzites, des calcaires cristallins subordonnés, et quelquefois du graphite ; correspondant au *Laurentien*.

2. Groupe de la pierre verte qui, outre les serpentines et les ophiolites, renferme des bancs calcaires et aussi des protogines et des gneiss talqueux ; — équivalent du *huronien*.

3. Gneiss récent et micaschiste, avec roches amphiboliques et intercalations de calcaires cristallins, et parfois de serpentines et d'euphotides ; — équivalent du *Montalban*.

4. Schiste lustré, avec gypse, karsténite et talc, et des alternances de serpentines, quartzites, grès, dolomies, calcaires, micacés, marbres (Carrare) ; — équivalent du *taconique inférieur*.

Les groupes 2 et 3 sont les équivalents du Pébidien et du Grampien de la Grande-Bretagne. Les serpentines sont interstratifiées dans les groupes 2, 3 et 4. Les gneiss et micaschistes du Gothard dans lesquels sont intercalées les serpentines, sont d'après M. Sterry Hunt, identiques aux roches de Montalban dans l'Amérique du nord. On voit que l'auteur rapporte à une époque très ancienne, antérieure au cambrien, le groupe des schistes lustrés, classés par MM. Lory, A. Favre et d'autres géologues dans les terrains mésozoïques. Les serpentines regardées comme tertiaires en Italie, paraissent n'être que des affleurements isolés de ces roches précambriennes. L'auteur poursuit ensuite ses comparaisons entre les roches d'Amérique et les roches cristallines de l'Europe centrale. Puis il passe en revue les diverses théories sur l'origine des serpentines et il adopte celle de la formation aqueuse de ces roches; il examine le rôle de l'olivine, et montre que ce minéral se trouve dans beaucoup de roches d'origine neptunienne. Enfin considérant les relations stra-

tigraphiques des serpentines, il montre qu'elles sont presque toujours interstratifiées et que ce qui paraît souvent des phénomènes d'injections peut être expliqué par des mouvements ultérieurs et des dislocations dans les couches au milieu desquelles les serpentines sont déposées.

M. Pichler[1] a fait l'étude microscopique des phyllades des Alpes centrales du Tyrol et il a reconnu que, dans les environs d'Innsbruck, cette formation se sépare nettement par sa constitution minéralogique des roches analogues des autres formations. Elle diffère des micaschistes par la présence constante de la tourmaline et du rutile; les cristaux rougeâtres de sphène se voient fréquemment dans les gneiss de cette formation et manquent habituellement dans les micaschistes; la présence de cristaux brisés et déformés caractérise aussi les roches qui se distinguent ainsi soit des micaschistes sur lesquels elles reposent, soit des schistes argileux proprement dits.

Dans la région du Brenner, les phyllades sont aussi une formation bien distincte qui renferme des roches très semblables aux micaschistes. Les phyllades calcaires ne constituent pas un groupe distinct des phyllades quartzifères, mais sont intercalées dans cette formation. On y trouve, dans le Segnesthal, près de Mauls, des schistes verts dans lesquels l'analyse au microscope permet de reconnaître des cristaux de trémolite. La pâte confuse qui caractérise ces roches vertes ressemble beaucoup à celle des néphrites de la Nouvelle-Zélande.

[1] Pichler, Zur Kenntniss der Phyllite in den tirolischen Centralpen. *Tschermak's Mineral. Mittheil.*, 1883, V, 292.

Terrains paléozoïques.

M. Stur[1] a étudié des plantes fossiles découvertes dans les Alpes orientales, à la limite nord de la chaîne centrale, dans la vallée de Pressnitz, sur le prolongement du gisement de graphite du Kaisersberg (Styrie). Ces fossiles sont contenus dans un ensemble de gneiss, de micaschistes, de schistes argileux, chloriteux et de calcaire grenu, classé dans les roches cristallines; mais l'étude de la flore montre qu'elle appartient au carbonifère inférieur (couches de Schatzlar); on trouve associés à ces plantes des bancs de graphite qui ont jusqu'à dix pieds d'épaisseur. Il est évident que ce terrain carbonifère ne s'est pas déposé à l'état de roches cristallines, mais que son dépôt s'est fait dans les mêmes conditions que hors des Alpes, et que la modification des roches et celle des plantes est due au métamorphisme. Les plantes mêmes nous révèlent le procédé de transformation. Elles ont dû subir deux altérations simultanées, un changement de forme et la modification chimique de leur substance. La première consiste surtout en un étirement ou allongement qui a doublé leur longueur en diminuant leur largeur de moitié ou l'inverse; elle s'est faite avec une grande lenteur, puisqu'elle n'a amené aucune rupture des fibres ou des nervures les plus fines; il a fallu pour cela que la roche fût dans un état de complète plasticité. On peut expliquer aussi par cette dernière cause le changement

[1] Stur, Funde von untercarbonischen Pflanzen der Schatzlarer Schichten am Nordrande der Centralkette in den nordöstlichen Alpen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, XXXIII, 189. Extr. *Verhandl.*, 1883, 48.

chimique très lent qui a substitué au charbon des silicates micacés sans modifier la structure des tissus.

Ces modifications dans les plantes ont coïncidé avec celles des roches qui les encaissaient, et dont M. DE FOULLON[1] a fait l'étude.

M. RENEVIER[2] a décrit un gisement de marbre saccharoïde, situé sur le flanc nord de la vallée du Rhône au-dessus de Brançon dans le Valais, au lieu appelé le Trappon. Ce marbre forme un amas local, lenticulaire, intercalé dans les roches indiquées par MM. Studer et Escher comme gneiss, et que M. Renevier regarde comme des grès métamorphiques de l'époque carbonifère. Son épaisseur est d'environ 2^{m}; il est tout à fait cristallin blanc, quelquefois bleuâtre, tacheté par places de petites veines noires. Ce calcaire est d'époque plus ancienne que le marbre de Saillon, qui est probablement triasique, et qui surmonte les grès métamorphiques. Il est probablement du même âge que celui du Plan-des-Crottes, au sud de Dorenaz (Outre-Rhône), intercalé entre les bancs de pétrosilex qui forment la partie supérieure des couches métamorphiques anciennes et le terrain houiller fossilifère d'Outre-Rhône.

M. ROTHPLETZ[3] a consacré quelques pages de son mémoire déjà cité au terrain permien des Alpes. Il ne peut admettre les quatre subdivisions adoptées par M. Heim pour le groupe du verrucano et des dolomies. Il ne reconnaît que deux groupes pétrographiques qui n'ont pas la valeur d'étages, le verrucano à la base, les dolomies à la partie supérieure ; les schistes de Quarten se

[1] De Foullon, *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, XXIII, 207.

[2] Renevier, Nouveau gisement de marbre saccharoïde sur Brançon (Valais). *Bull. Soc. vaudoise*, 1882, XVIII, 129.

[3] Zum Gebirgsbau der Alpen....

trouvent dans le groupe le plus récent. En Suisse, ces roches constituent un ensemble supérieur au terrain houiller et inférieur au lias ; mais les recherches faites dans le Tyrol permettent de préciser davantage leur âge.

L'auteur a visité dans les environs de Brixlegg (Tyrol), la Hohe Salve et le Gscheeberg près de Kitzbühel. Dans cette région déjà décrite par plusieurs géologues, il reconnaît en discordance sur les schistes argileux anciens, la série suivante : *a* schistes du verrucano à séricite, argile schisteuse rouge associée à un conglomérat; *b* dolomie en bancs ; *c* conglomérat rouge et argile schisteuse; *d* dolomie de Schwaz, ayant à sa partie supérieure l'aspect d'un conglomérat; et en discordance sur cette roche le grès bigarré. Ces roches ressemblent beaucoup à celles de la Suisse, mais la séricite que M. Rothpletz a démontré être de formation plus récente est moins développée que dans les roches de cette contrée. Ces dépôts passent les uns aux autres; on peut cependant les subdiviser comme en Suisse, en une zone inférieure, celles des schistes et des conglomérats et en une zone supérieure, celle des dolomies. Dans le Tyrol ils sont surmontés par le grès bigarré; en Suisse, ils reposent sur le carbonifère, ce qui fixe parfaitement leur âge permien. Ces deux grandes subdivisions correspondent d'ailleurs à celles de cette même formation en Allemagne, le Rothliegende et le Zechstein.

En contradiction avec l'opinion de M. Heim, M. Rothpletz a reconnu qu'en Suisse, comme dans le Tyrol, la subdivision inférieure repose en discordance sur les roches plus anciennes.

Dans ces deux contrées on peut constater aussi, suivant cet auteur, la discordance transgressive des dolomies sur le verrucano.

(A suivre.)

DE LA RÉPARTITION GÉNÉRALE

DANS LA

NATURE DU GROUPE AROMATIQUE

PROVENANT DES TISSUS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

PAR

M. A. DANILEWSKY

L'existence dans les règnes végétal et animal de composés renfermant le groupe aromatique est hors de doute.

Dans le règne végétal ce groupe fait partie surtout de corps d'une composition assez simple, tels que les acides gallique, tannique, les glykosides, comme par exemple la phloridzine, l'arbutine, enfin les camphres, les terpènes, etc., et il n'entre que dans de faibles proportions dans les composés plus complexes, tels que les matières albumineuses.

Dans le règne animal ce groupe appartient à l'origine aux corps albumineux.

Le rôle que ce groupe joue dans les processus vitaux des deux règnes, n'a pas été jusqu'à présent élucidé. Formant une partie constante des molécules de toutes les albumines qui servent à la création des tissus, ce groupe a déjà donné naissance à une idée de son importance,

mais cette idée a été prouvée par la voie expérimentale par l'observation suivante :

L'animal ne peut pas soutenir normalement son existence si on lui remplace sa nourriture albumineuse ordinaire par des dérivés d'albumine ne contenant pas de groupe aromatique, par exemple la glutine et la chondrine. Avec un régime semblable, l'animal, malgré que sa nourriture contienne en abondance tous les autres éléments d'une nourriture normale, meurt d'inanition, tout comme s'il avait été complètement privé de nourriture, avec cette différence cependant que la mort arriverait plus vite dans ce dernier cas. Il existe une observation de M. *L. Hermann,* très intéressante à ce sujet. Il a trouvé que les animaux supportent parfaitement un tel régime si on ajoute à la glutine qui remplace dans leur nourriture les substances albumineuses normales, une certaine quantité de tyrosine, équivalente à celle qui est contenue normalement dans l'albumine. Ces expériences prouvent avec une remarquable évidence que l'organisme animal ne peut reconstituer les tissus qu'il use qu'à la condition de lui fournir les albumines contenant le groupe aromatique. Si cette nourriture est remplacée par d'autres corps albumineux, la présence dans le sang et dans les tissus d'un excès de composés du groupe aromatique est alors indispensable.

Nous ne pouvons pas faire ici une étude complète du travail de M. *L. Hermann,* mais nous devons signaler la preuve que donnent les résultats obtenus par lui de l'importance du rôle que joue le groupe aromatique dans les processus de nutrition et de croissance de l'organisme, preuve qui nous est donnée aussi par la présence constante de ce groupe dans toutes les substances albumineuses qui composent les tissus.

Son rôle n'est pas moindre dans l'organisme végétal. Le protoplasma de la cellule végétale vit, s'use, se régénère et s'accroît tout comme le protoplasma animal. Mais le premier protoplasma, contrairement au second, doit, pour accomplir tous ces actes vitaux, créer l'albumine qui lui est nécessaire. Or comme le groupe aromatique entre dans la constitution de toute particule d'albumine de la plante — un afflux continuel de composés contenant ce groupe vers le lieu où la synthèse de l'albumine s'effectue, est indispensable. Si le groupe aromatique manque, la formation de l'albumine est impossible, il n'y a plus de nouvelle production de protoplasma et la croissance et la vie de la plante cessent.

Ces faits prouvent que le groupe aromatique joue vis-à-vis du protoplasma végétal et animal un *rôle organoplastique.* Sans nul doute bien d'autres groupes d'atomes participent au même titre à la formation de la molécule d'albumine, car sans eux cette dernière ne saurait exister, mais il faut établir une différence essentielle dans la part d'action qui incombe à ces divers groupes vis-à-vis des processus vitaux du protoplasma. Nous verrons bientôt que cette différence réside en ce que le groupe aromatique ne subit jamais de destruction complète dans l'organisme animal, et ne se transforme jamais en CO_2 et H_2O, ce qui a lieu pour tous les autres groupes d'atomes. S'étant séparé dans la série des processus vitaux de la molécule de l'albumine le groupe aromatique subit, il est vrai, tout une série de transformations, mais le noyau aromatique dans toutes ses phases conserve son intégrité jusqu'à son élimination hors du corps de l'animal. Il en est de même pour les composés aromatiques introduits artificiellement dans le corps de l'animal.

Nous ne retrouvons plus cette propriété lorsque nous considérons les autres groupements d'atomes, qu'il s'agisse de la destruction des éléments propres du corps ou de substances introduites du dehors. Tous ces divers groupes sont capables de subir sous l'influence de l'hydratation et de l'oxydation une destruction complète et la transformation en CO_2, H_2O et NH_3 s'ils contenaient aussi de l'azote. Le groupe aromatique seul entre tous les groupes qui concourent à la formation de l'organisme, peut être comparé à un élément, car seul il quitte le corps sans se décomposer et sans perdre ses propriétés chimiques.

Ce caractère, joint à la propriété organo-plastique du groupe, place ce composé en dehors des autres corps, et attire sur lui une légitime attention.

Dans les végétaux la vie du protoplasma s'effectue de la même façon que dans les animaux, mais les processus d'oxydation y ont une intensité bien moindre, il est donc permis d'en conclure que le groupe aromatique, qu'il soit le produit de la destruction de la molécule du protoplasma, ou de tout autre composé, ou bien qu'il doive son origine à un processus synthétique, ne se détruit jamais; mais après avoir subi plusieurs transformations, s'élimine au dehors, ou bien reste à l'état de produit excrémentiel accumulé dans une partie quelconque de la plante.

Le caractère organoplastique de ce groupe nécessite une étude minutieuse du cycle complet des phénomènes vitaux, auxquels il prend part. Son indestructibilité dans le corps animal nous permettra de le suivre dans toutes ses pérégrinations dans l'organisme, et de tracer avec le temps un tableau complet du rôle qu'il y joue.

Mais pour arriver à ce résultat, il est indispensable de posséder les moyens de reconnaître ce groupe d'abord à

l'état de pureté chimique, ensuite et surtout de pouvoir déceler sa présence dans les liquides et les tissus de l'organisme, ce qui présente une certaine difficulté malgré les caractères très tranchés de ce groupe au point de vue chimique. En effet, dans un liquide ou dans un tissu animal quelconque, ce groupe se trouve lié directement ou indirectement à une foule d'autres groupes d'atomes, qui entrent dans la molécule d'albumine dont il fait partie, et d'autre part, les divers procédés que l'on emploie pour obtenir ce groupe après la destruction complète de l'albumine, par exemple la distillation sèche, pourraient induire en erreur, attendu que ce groupe peut facilement prendre naissance dans ces conditions par la condensation des groupes d'hydrocarbures les plus simples. La séparation de ce groupe du reste de la molécule de l'albumine, dans la forme même qu'il avait dans la molécule, n'est applicable que dans le cas où cette forme est cristallisable, comme c'est le cas pour la tyrosine. Mais il ne faudrait pas conclure de l'absence dans une molécule albumineuse du groupe tyrosine à l'absence du groupe aromatique en général. On peut souvent rencontrer des cas semblables tant pour ce qui a trait aux substances albuminoïdes à l'état isolé que pour les tissus de l'organisme. En effet, dans les conditions normales de l'existence, les liquides et les tissus du corps ne contiennent pas de traces de tyrosine, tandis que les substances albumineuses des tissus traités d'une certaine façon, montrent facilement sa présence.

Il est hors de doute que ces mêmes corps albumineux subissent aussi une décomposition dans l'organisme, et que cette dissociation de la molécule est accompagnée de la séparation du groupe aromatique, car nous trouvons

ce groupe comme produit d'excrétion dans l'urine. Des recherches faites il y a longtemps par MM. *Städeler*, *Bouliguinsky* et *Hoppe-Seyler*, mais surtout des recherches plus récentes et très exactes de MM. *Baumann* et *Salkovski* ont démontré le fait de l'élimination constante des composés aromatiques par l'urine. Ces faits indiquent que dans l'organisme normal le groupe aromatique quitte la molécule albumineuse sous une forme différente de la tyrosine.

Nous verrons plus bas que la réaction de Millon parfaitement suffisante pour démontrer la présence de la tyrosine libre ou en combinaison avec le reste de la molécule de l'albumine ne convient plus pour la détermination des autres formes du groupe aromatique dans lesquelles la tyrosine peut facilement être transformée.

Le groupe aromatique subit dans le corps tout une chaîne de transformations, les deux états extrêmes sous lesquels il se présente dans l'organisme, nous sont seuls connus ; le premier est représenté par la molécule d'albumine à son entrée dans l'organisme, et la dernière phase se montre sous la forme des produits inutiles et peut-être nuisibles à l'organisme, contenus dans ses excrétions.

La connaissance des nombreuses phases intermédiaires jetterait un jour nouveau sur les phénomènes correspondants. Les formes sous lesquelles se présente le groupe aromatique dans l'urine, sont totalement différentes de celles qu'il possède dans l'albumine, et différentes aussi de celles qu'il prend aussitôt après sa séparation des tissus dont il faisait partie. Nous ne connaissons ni l'organe où se fait cette transformation, ni les moyens dont dispose l'animal pour effectuer ces métamorphoses.

L'étude de ces transformations est rendue difficile par

le manque de recherches faites jusqu'à présent dans cette voie. Il s'agit donc tout d'abord d'établir quelques faits généraux relatifs à ce sujet. C'est le but que je me suis proposé dans ce travail.

Nous devons d'abord chercher quelques réactions au moyen desquelles on pourrait sûrement déceler la présence du groupe aromatique sous toutes les formes possibles dans les conditions de l'organisme animal et même dans des quantités minimes de substance. Comme les formes que peut prendre le groupe aromatique, séparé de sa substance mère albumineuse dans le corps animal, sont inconnues, il ne peut être question d'aucun procédé d'isolation, il s'agit donc de pouvoir démontrer l'existence ou l'absence de ce groupe même en présence d'une foule d'autres substances. Nous verrons plus tard si ce résultat a été atteint par nous.

Parmi les réactions propres aux substances albumineuses naturelles, comme aussi à leurs dérivés obtenus artificiellement et à leurs peptones, nous devons d'abord nommer la réaction de Millon. Il est hors de doute que cette réaction, comme toutes les autres, donnant lieu à des colorations, dépend de la présence dans la molécule d'albumine de certains groupes d'atomes, auxquels l'une ou l'autre de ces réactions appartient. De même qu'on ignore encore à présent à quels groupes d'atomes appartiennent les diverses réactions, on a été longtemps sans savoir à quel groupe d'atomes est due la réaction de Millon. L'application de diverses réactions colorées aux différents produits résultant de la décomposition de l'albumine, et les recherches comparées faites par M. *O. Nasse*[1], ont

[1] *Jahresbericht üb. d. Fortschr. d. Thierchemie.* v. R. Maly üb. d. Jahr 1879, p. 2.

démontré que la réaction de Millon se rapporte en général aux dérivés monohydroxylés du noyau C_6 H_6 ou de ses homologues. Dans le cas d'albumine elle est due à la présence du groupe tyrosine, lequel donne à l'état de pureté la même réaction très nettement. C'est un fait établi que les substances de la série grasse ne donnent pas la réaction de Millon, on peut donc sans crainte d'erreur se fier à cette réaction pour prouver l'existence du groupe aromatique, mais seulement sous une seule forme générale celle où il renferme (en présence ou en l'absence d'une chaîne latérale) un seul hydroxyle. La présence dans le noyau de deux ou plusieurs hydroxyles empêche la réaction.

Les dérivés amidés du noyau aromatique ne donnent pas non plus cette réaction. Pour toutes ces raisons l'emploi de cette réaction dans l'étude des transformations du groupe aromatique dans l'organisme a pour nous une valeur restreinte.

On ne peut donc pas conclure de l'absence de la coloration caractéristique de la réaction de Millon à l'absence du groupe aromatique dans un liquide quelconque de l'organisme. C'est ce que j'ai eu souvent l'occasion de vérifier; en voici un exemple :

Si on fait subir à une dissolution de peptone une oxydation lente, au moyen du péroxyde de plomb et de l'acide sulfurique, cette dissolution perd peu à peu la faculté de donner la plupart des réactions colorées et la réaction rouge de Millon est la première à faiblir et à disparaître. C'est vraiment remarquable quelle faible action oxydante suffit pour obtenir ce résultat. Si au moment où cette réaction a disparu, on arrête l'oxydation en éloignant tout le plomb et l'acide sulfurique, et qu'on con-

centre le liquide jusqu'à consistance sirupeuse, on obtient un produit ne différant en rien par ses propriétés physiques de la peptone primordiale, et ne fournissant à cette période d'oxydation aucun produit cristallisable. Si à ce moment on essaie la réaction de Millon, on voit que le liquide ne la donne plus. On obtient le même résultat en employant comme oxydants le péroxyde de manganèse avec l'acide sulfurique, le permanganate de potasse, en solution acide ou alcaline, le chlore, le chlorate de potasse avec l'acide chlorhydrique, l'acide chromique, etc. Nous savons que le groupe aromatique n'est pas détruit par toutes ces réactions, mais il a pris une nouvelle forme, sous laquelle il ne peut plus donner la réaction de Millon. Comme le produit de l'oxydation du peptone sus-mentionné a conservé toutes ses propriétés physiques et même la plupart de ses propriétés chimiques, nous pouvons en conclure que l'oxygène attaque le groupe aromatique avant tous les autres groupes de l'albumine, et lui fait prendre une autre forme. Je ne puis encore décider si ce groupe aromatique est séparé de la molécule en même temps qu'il est modifié ou bien s'il est encore en liaison avec elle. Comme rien ne nous empêche d'admettre cette dernière possibilité, nous pouvons nous représenter un peptone légèrement oxydé, ayant conservé tous ses groupes d'atomes dans leur rapport mutuel, mais dont le groupe aromatique a subi une modification telle que la réaction de Millon n'a plus lieu. Il paraît que des substances de cette nature se rencontrent dans l'organisme.

On sait depuis longtemps que les peptones élaborés dans l'estomac et les intestins aux dépens des albumines des aliments sont absorbés par les vaisseaux sanguins et transportés par la veine porte dans le foie. De nom-

breuses recherches ont établi le fait, qui paraît inexplicable au premier abord, que la veine porte ne contient, même au moment où la digestion et l'absorption sont les plus actives, que des quantités relativement insignifiantes de peptones. Ce fait est facile à vérifier si on traite le sang de la veine porte débarrassé des albumines insolubles dans l'eau par le réactif de Millon. La réaction de Millon se montre alors si faible qu'elle indique une quantité excessivement petite de peptone, et qui n'est pas du tout en rapport avec la quantité notable de masse peptonoïde, qu'on peut dans ce cas extraire du sang. Le reste de cette masse qui ne donne pas la réaction de Millon, est classé ordinairement parmi les substances extractives d'une nature indéterminée. Or nous voyons que pendant la digestion la veine porte contient ces substances dites extractives, en quantité beaucoup plus grande que celle que nous trouvons dans le sang d'autres vaisseaux [1], et nous pouvons en conclure qu'il existe un rapport entre la quantité de ces substances contenues dans la veine porte et la masse des substances assimilables élaborées dans l'intestin.

Nous devons nous demander de quelle manière les peptones absorbés par le sang ont pu dans le trajet des parois de l'intestin jusqu'au foie, perdre une partie de leurs propriétés caractéristiques, entre autres celle de donner la réaction de Millon ? Les expériences sus-mentionnées de l'oxydation superficielle des peptones peuvent nous donner une réponse à cette question. Ces expériences nous montrent quels faibles agents oxydants suffisent pour opérer cette transformation des peptones. Une sem-

[1] Une étude complète de ces faits formera l'objet d'un travail subséquent.

blable oxydation des peptones absorbés par le sang peut facilement se faire dans l'épaisseur même de la paroi de l'intestin. Les faits suivants parlent en faveur de cette supposition : 1° La présence dans le sang de la veine porte pendant la digestion de produits dérivés des peptones semblables à ceux que nous avons obtenus artificiellement par l'oxydation des peptones; 2° L'absence dans le sang de la veine porte même pendant la digestion intestinale de quantités notables des vrais peptones; 3° Le fait que le sang qui circule dans la paroi de l'intestin, perd en grande partie son oxygène. Ce dernier fait est surprenant, si nous prenons en considération la masse énorme du sang qui circule dans la paroi du canal intestinal pendant la digestion, et si nous supposons que tout son oxygène soit utilisé seulement pour les besoins de la vie du tissu qui forme cette paroi. Mais si nous admettons qu'une partie de l'oxygène du sang est employée à l'oxydation partielle des peptones absorbés, le fait de la disparition d'une si grande quantité d'oxygène ne nous étonnera plus.

Nous voyons donc qu'avec la réaction de Millon seule nous ne pouvons pas aller trop loin dans l'étude des transformations subséquentes du groupe aromatique dans le corps de l'animal, car elle cesse d'être applicable au seuil même de l'entrée des peptones dans le sang. Il était donc indispensable de trouver d'autres moyens et d'autres réactions capables de nous indiquer sûrement la présence du groupe aromatique sous toutes les formes qu'il pourrait prendre dans les tissus de l'organisme. En répétant sur les peptones et leurs dérivés les différentes réactions connues caractéristiques des composés aromatiques, je me suis arrêté sur deux de ces réactions; l'une d'elles m'a paru surtout très importante et très utile.

La première de ces réactions, que je décrirai rapidement, repose sur la propriété que possède toute une classe de composés aromatiques de donner, quand on les chauffe avec l'anhydride phtalique et l'acide sulfurique concentré, des phtaleines, substances caractérisées par une forte fluorescence verte, très nette même dans leurs dissolutions ammoniacales les plus diluées. Cette réaction est propre aux dérivés hydroxylés du benzol et de ses homologues. En effet les substances albumineuses, leurs peptones et leurs produits d'oxydation, chauffés avec l'anhydride phtalique et l'acide sulfurique concentré donnent un composé fluorescent analogue aux véritables phtaleines. Mais cette réaction ne convient pas pour notre but, car le groupe aromatique n'est pas le seul qui donne cette réaction, d'autres substances contenant des hydroxyles et appartenant à la série grasse comme les alcools, les hydrates de carbone partagent avec lui cette propriété. Je n'ai pas réussi à trouver les conditions dans lesquelles les substances non aromatiques ne donneraient pas cette réaction, c'est pourquoi je l'ai abandonnée.

J'ai été plus heureux avec la seconde réaction.

Tous les dérivés hydroxylés du benzol et de ses homologues ainsi que de la naphtaline et de l'anthracène et tous les dérivés amidés de ces hydrocarbures ont la propriété de pouvoir former des combinaisons directes avec les diazo-composés en donnant des diazoamido — et diazooxy-composés. Ces dernières substances présentent des propriétés physiques peu caractéristiques et leurs dissolutions n'ont pas des couleurs brillantes. Mais les uns et les autres de ces corps peuvent par suite d'un changement intramoléculaire se transformer dans une autre série de composés qui sont les amidoazo- ou les oxyazo

combinaisons, et qui possèdent alors des propriétés colorantes extrêmement marquées.

Les deux phases de cette réaction peuvent être représentées par les deux équations suivantes.

I $C_6H_5N:N.NO_3 + C_6H_5NH_2 = C_6H_5N:N.NH(C_6H_5) + NO_3H$

Azotate de diazobenzol + aniline. diazoamidobenzol.

II $C_6H_5N:N.NH(C_6H_5) = C_6H_5N:NC_6H_4(NH_2)$

diazoamidobenzol. amidoazobenzol.

La réaction est la même, si au lieu de prendre une amine on prend un phénol.

Comme l'aniline et les diazo- et azo-composés sont peu solubles dans l'eau et comme les diazo- composés sont difficiles à conserver, il est plus pratique de préparer les diazo- composés en quantité suffisante chaque fois qu'on en a besoin pour la réaction ; il suffit pour cela de traiter l'aniline par l'acide azoteux pour la transformer en diazobenzol. L'insolubilité de ce dernier corps dans les solutions aqueuses où nous devons chercher le groupe aromatique nous oblige à avoir recours à un procédé qui pourrait éloigner cet inconvénient. La réaction que nous avons décrite se fait tout aussi vite et aussi nettement si les corps qui lui donnent naissance se trouvent à l'état de sulfoconjugués. Les produits de la réaction sont aussi dans ces cas des sulfoconjugués; ils sont solubles dans l'eau et possèdent à l'état de sels alcalins des propriétés colorantes excessivement marquées. C'est à ce groupe de composés qu'appartiennent les tropaeolines, matières colorantes du commerce qui donnent des couleurs très nettes comme l'orange le plus pur, l'orange rougeâtre, etc. Voici comment a lieu la formation de ces azo-couleurs ou tropaeolines.

$$\text{I}\quad C_6H_4\begin{cases}NH_2\\SO_3H\end{cases} + NO_2K + ClH = C_6H_4\begin{cases}N:N\\SO_3\end{cases} + ClKa + 2H_2O$$

ac. sulfanilique. ac. diazo benzolsulfonique.

$$\text{II}\quad C_6H_4\begin{cases}N:N\\SO_3\end{cases} + C_6H_5.NH_2 = HSO_3.C_6H_4N:N.NH\,(C_6H_5)$$

aniline. ac. diazoamidobenzolsulfonique.

$$\text{III}\quad HSO_3.\,C_6H_4N:N.NH\,(C_6H_5) = HSO_3.\,C_6H_4N:N.\,C_6H_4\,(NH_2)$$

ac. diazoamidobenzolsulfon. (ne possède pas des propriétés color.)

ac. amidoazobenzolsulfonique. (pos. des propr. color. très intenses.)

Comme dans la pratique la transformation de l'acide sulfanilique en acide diazobenzolsulfonique a lieu dans le liquide même où doit se trouver le groupe aromatique cherché, qui remplace l'aniline dans la formule II, et comme le changement intramoléculaire qui transforme le diazoamido- en amidoazo- composé se fait assez rapidement, on peut négliger cette phase de transformation et alors la marche de la réaction avec un phénol par exemple pourra s'écrire ainsi :

$$\text{I}\quad C_6H_4\begin{cases}N.H_2\\SO_3H\end{cases} + KNO_2 + ClH + C_6H_5.\,OH. =$$

$$= C_6H_4\begin{cases}N:N\\SO_3\end{cases} + C_6H_5.OH + ClK + 2H_2O$$

$$\text{II}\quad C_6H_4\begin{cases}N:N\\SO_3\end{cases} + C_6H_5.\,OH = HSO_3.\,C_6H_4N:N.\,C_6H_5\,(OH)$$

ac. oxyazobenzolsulfonique. (possède des propriétés colorantes.)

Pour démontrer la présence du groupe aromatique dans le liquide où on le cherche, il faut ajouter à ce liquide de l'acide sulfanilique et du nitrite, décomposer le nitrite par un acide inorganique concentré, et après avoir laissé reposer le liquide un certain temps (dans le cas actuel il suffit d'une demi ou d'une minute) ajouter de l'alcali jusqu'à neutralisation complète. Dans ces conditions la matière azo-colorante est prête et colore le liquide très fortement. Si la coloration tarde à paraître il suffit d'attendre quelques minutes pour obtenir une coloration très accentuée, même à la température ordinaire.

Ces combinaisons colorées prennent naissance avec un grand nombre de substances aromatiques appartenant à deux groupes, les hydroxy- et les amido- dérivés du noyau C_6H_6 et de ses homologues. Les hydrocarbures et les nitrodérivés de cette série ne donnent pas lieu à cette réaction colorée.

Pour ces recherches on peut préparer d'avance le réactif qui peut servir pendant longtemps. On fait dissoudre *à froid* dans 300 cc. d'eau, 3 grammes d'acide sulfanilique, et un peu plus de $1^{gr},5$ de nitrite de soude en y ajoutant quelques gouttes de soude caustique en dissolution. Cette solution, de couleur jaune-paille, peut être conservée à la température ordinaire pendant plus d'une année sans s'altérer.

On prend 4-6 cc. du liquide qu'on examine, et on y ajoute 10-30 gouttes de cette solution et de l'acide chlorhydrique concentré en quantité suffisante pour décomposer le nitrite. On laisse reposer ce mélange *sans chauffer* pendant une demi ou une minute et on sursature légèrement avec de la soude caustique.

Si le liquide contient le groupe aromatique capable de

fournir l'azoréaction colorée décrite plus haut, le mélange prend immédiatement après qu'on y a ajouté la soude caustique, une couleur orange ou orange rougeâtre très prononcée. Cette réaction est si nette et si sensible qu'elle ne peut être masquée par la présence d'aucun corps étranger provenant de l'organisme animal, tout au plus si elle peut subir un retard de quelques minutes dans l'apparition de la coloration.

Ce réactif ne donne pas par lui-même lieu à une réaction colorée, même si on le laisse reposer pendant une heure avec un excès d'acide et si on attend plusieurs heures après qu'on a ajouté de la soude caustique. Mais on peut obtenir même avec ce liquide une azoréaction s'il contient un excès de nitrite et si on chauffe le mélange acidulé. Dans ce cas une partie de l'acide sulfanilique transformée en diazoamidodérivé agit sur l'autre partie restée encore inaltérée. Un excès de nitrite à la température ordinaire ne donne pas facilement une coloration azoïque.

Une question importante que nous devons nous poser relative à l'utilité de cette réaction est celle-ci : les substances aromatiques sont-elles les seules qui donnent cette réaction, et n'existe-t-il pas des corps appartenant à d'autres groupes chimiques capables de la donner? Une étude comparée de tout une série de corps a montré que quelques aldéhydes donnent cette réaction avec le réactif dans les conditions susmentionnées. Mais il faut dire d'abord que tous les aldéhydes ne partagent pas cette propriété, ainsi que nous le verrons dans le tableau qui suivra et ensuite il y a plusieurs indices qui permettent de distinguer la réaction des aldéhydes de celle que donnent les corps aromatiques. 1° la couleur du liquide dans la réaction avec les aldéhydes est rouge foncé sans la moin-

dre trace d'une teinte orange. 2° Si on laisse reposer ce liquide, surtout avec un fort excès de soude caustique, la couleur rouge tourne après quelque temps au brun, ce qui n'a jamais lieu avec le groupe aromatique. Si on chauffe le liquide alcalin la couleur rouge disparaît assez vite dans le premier cas, tandis que dans le second cas la couleur rouge-orange devient plus foncée. 3° La présence des aldéhydes de la série grasse peut être reconnue facilement par d'autres moyens. 4° Enfin les aldéhydes non condensés de cette série peuvent être chassés du liquide par la chaleur. Il existe donc plusieurs moyens de nous garantir contre toute erreur due à la présence des aldéhydes.

De tous les autres corps qui ne contiennent pas de noyau aromatique il n'y en a pas un qui donne l'azoréaction colorée dans les conditions indiquées que nous résumerons ainsi : 1° Ne pas chauffer et ne pas laisser se chauffer le liquide pendant toute la marche de l'opération. 2° Ne pas laisser reposer trop longtemps le mélange acidulé. Dans ces conditions en présence d'un corps aromatique, la coloration azoïque se montre immédiatement après qu'on y a ajouté de l'alcali. Si les deux conditions mentionnées n'ont pas été observées, quelques hydrates de carbone et certains alcools supérieurs peuvent donner naissance aussitôt qu'on y ajoute de l'alcali à une coloration rougeâtre ou rouge du liquide, et cette coloration devient pendant le repos de plus en plus intense. Cette coloration peut être obtenue même si l'on n'a pas chauffé le liquide, mais alors la couleur rouge n'apparaît qu'une heure, ou tout au moins une demi-heure après qu'on a ajouté l'alcali, et elle ne devient très intense qu'après 3 ou 4 heures.

Dans tous ces cas la couleur rouge est due à la forma-

tion d'une azosubstance aux dépens du diazocomposé formé par le réactif et de l'hydrate de carbone ou de l'alcool. Mais ce genre de combinaison s'effectué excessivement lentement à la température ordinaire, de plus, si on chauffe le liquide on voit souvent la coloration devenir plus faible, ce qui n'a jamais lieu avec les substances aromatiques. La lenteur de la réaction à la température ordinaire avec les alcools et les hydrates de carbone permet de distinguer sûrement l'azoréaction due à la présence du groupe aromatique. Il suffit d'avoir un peu de pratique pour éviter toute erreur.

J'ai déjà dit plus haut que la réaction de Millon s'obtient seulement avec les dérivés du benzol et de ses homologues ne contenant qu'un seul hydroxyle dans le noyau, tandis que l'azoréaction est commune à tous les dérivés du benzol, de ses homologues, la naphtaline, etc., contenant un ou plusieurs hydroxyles ou groupes amidés. Bien que le nombre des composés capables de donner cette réaction soit très grand, il faut remarquer cependant que : 1° ils n'appartiennent qu'à deux groupes de dérivés, 2° les oxy- et les amidodérivés donnent des couleurs un peu différentes, 3° la couleur change aussi avec le nombre d'hydroxyles et des groupes amidés, et 4° les composés aromatiques qui renferment ces groupes seulement dans la chaîne latérale ne donnent pas l'azoréaction colorée dans les conditions mentionnées plus haut. Ils ne deviennent susceptibles de donner cette réaction qu'après une oxydation préalable qui a pour effet d'introduire dans le noyau le groupe (OH).

Le tableau suivant est destiné à montrer comment se comportent divers composés chimiquement purs, appartenant aux différents groupes jusqu'à présent étudiés vis-à-vis de cette azoréaction.

A. *Substances ne donnant pas de l'azoréaction à la température ordinaire, mais capables de la donner après avoir subi une oxydation préalable.*

Benzol, Toluol, Xylol, Cymol, Naphtaline, Essence de térébenthine, Terpin, Camphre. Acides : benzoïque, quinique, chelidonique, cinnamique, hydrocinnamique, phenylangelique, phenilolactique, phenylglycolique; Anethol, anisol. Benzaldehyd; acide picrique; acide cholalique, cholesterine.

B. *Substances qui donnent l'azoréaction immédiatement à 15° c.*

Substances.	Couleur de l'azoréaction.	Réaction de Millon.
Phenol...........	Orange..................	Très intense.
Resorcine.........	Orange foncé............	Rien.
Hydroquinone.....	Brun rouge foncé; la couleur se détruit rapidement. Le liquide devient noir verdâtre.	
Pyrrogallol........	Brun rougeâtre..........	Rien.
Naphtol α.........	Rouge-sang.............	Rouge brique.
Naphtol β.........	Id. mais avec une légère teinte brune............	Rien.
Alizarine..........	Bleu tirant sur le violet...	Rien.
Ac. salycilique.....	Orange brillant..........	Rouge brique.
Ac. paracumarique.	Rouge brun avec une teinte orange................	Rien.
Tyrosine..........	Orange rougeâtre........	Très intense.
Ac. gallique.......	Brun foncé..............	Rien.
Ac. tannique......	Rouge brun.............	Rien.
Aniline...........	Orange..................	Rien.
Toluidine.........	Rouge-orange...........	Rien.
Amidophenol......	Rouge brun tirant sur l'orange.................	Très nette.
Triamidophenol....	Rouge brunâtre..........	—
Acetaldehyde......	Rouge-cerise qui brunit après quelque temps, ou bientôt en chauffant le liquide alcalin.	Rien.

C. *Substances qui donnent l'azoréaction lorsqu'on les chauffe ou bien lorsqu'on les laisse longtemps en contact avec l'azoréactif et l'acide.*

Glycérine, mannite, sucre de canne, glucose, sucre de lait, maltose, dextrine, amidon, arabinose.

Quelques-unes de ces substances donnent des liquides nettement rouges, d'autres des liquides d'un rouge brunâtre.

Je dois ajouter que l'oxydation rend les substances aromatiques qui jusqu'alors ne jouissaient pas de la propriété de donner l'azoréaction, capables de donner cette réaction, mais qu'il en est autrement pour les hydrates de carbone et l'oxydation affaiblit chez eux la propriété de donner cette réaction, car la couleur rouge disparaît rapidement surtout si l'on chauffe le liquide alcalin.

Il résulte de tout ce qui précède :

1° *Que toutes les fois qu'un liquide auquel on a ajouté de l'azoréactif prend aussitôt qu'on y introduit l'acide et l'alcali à une température ordinaire, une coloration rouge-orange ou rouge-brun intense, on peut affirmer sûrement que ce liquide contient un composé de la série aromatique.*

2° *Si un liquide ne prend ces couleurs qu'après avoir subi une oxydation, mais que ces couleurs fussent stables, le liquide contient les composés du groupe aromatique, mais leur noyau aromatique est privé des hydroxyles ou des groupes amidés.*

3° *Enfin on peut dire qu'un liquide ne contient pas de groupe aromatique lorsqu'il ne prend pas immédiatement, après qu'on y a ajouté l'acide et l'alcali, de couleur rouge*

ni avant ni après l'oxydation, ou bien lorsque la couleur apparaît, mais n'est pas stable et disparaît ensuite par le repos ou par la chaleur.

Les conditions du développement de l'azoréaction étant ainsi établies et décrites avec tous les détails nécessaires, quoique un peu trop longs peut-être, examinons maintenant comment cette réaction se comporte vis-à-vis des divers corps albumineux et de leurs dérivés. Les vraies albumines et leurs peptones donnent la réaction de Millon et prouvent par là qu'ils renferment le groupe aromatique dans leurs molécules. Toutes les albumines qui montrent la réaction de Millon donnent aussi l'azoréaction. Avec les albumines la coloration rouge de la réaction de Millon augmente d'intensité avec le temps, il en est de même pour l'azoréaction. Les peptones donnent de suite dans la dernière réaction une forte couleur rouge-orange. D'autres corps albuminoïdes naturels tels que la glutine, le chondrine, la mucine donnent une très faible réaction de Millon et cela a donné lieu à admettre que dans ces corps le groupe aromatique correspondant à la tyrosine ne se trouve qu'en quantité minime. En effet, traités par la potasse caustique ou par l'acide sulfurique ils ne donnent pas de tyrosine. L'azoréaction suit les mêmes phases, elle est extrêmement faible avec ces corps albuminoïdes et à mesure qu'ils sont mieux isolés les deux réactions colorées deviennent plus faibles.

J'ai montré plus haut que la réaction de Millon n'est pas toujours capable de démontrer la présence du groupe aromatique dans la molécule d'albumine et qu'on doit admettre un état du peptone tel que la réaction de Millon ne peut plus y indiquer la présence du groupe

aromatique, qui cependant y est contenu ; comment se comporte vis-à-vis de semblables dérivés notre azoréaction ?

A priori, on peut dire que l'azoréaction doit pouvoir y démontrer la présence du groupe aromatique. C'est ce que l'expérience confirme en effet. Ce produit de l'oxydation du peptone donne, mélangé à l'azoréactif, une couleur très nette aussitôt qu'on y ajoute l'acide et l'alcali.

Pour pouvoir élucider les diverses transformations que subit le groupe aromatique dans l'organisme, il est important d'abord d'établir si vraiment la molécule d'albumine ne peut renfermer ce groupe sous une autre forme que celle de tyrosine ? Cette question trouve sa raison d'être dans le fait que jamais on ne voit dans les conditions normales de la vie les liquides, les tissus ou les excrétions contenir de la tyrosine. Le groupe aromatique quitte l'organisme sous des formes toutes différentes de celle de la tyrosine.

Comme il est probable que le groupe aromatique une fois séparé de la molécule d'albumine ne subit sous l'influence des processus vitaux de l'organisme qu'une seule sorte d'action, l'action oxydante, on était en droit d'admettre en se basant sur tout ce qui a été dit plus haut, que dans les cas où la réaction de Millon se montrait incapable de prouver la présence du groupe aromatique, l'azoréaction devait le faire.

Parmi les composés aromatiques trouvés jusqu'à présent dans l'urine normale, nous connaissons d'après les recherches de M. *Baumann* et d'autres auteurs, les corps suivants qui doivent donner l'azoréaction : Ac. phénolsulfonique, ac. parakrésolsulfonique, ac. hydroparacu-

marique, ac. pyrocatechinsulfonique. Tous ces composés aromatiques sont des produits de la métamorphose des corps albumineux. Comme la quantité de ces produits dans l'urine doit varier suivant les diverses conditions de l'économie animale, l'azoréaction de l'urine doit aussi se montrer plus ou moins nette suivant les cas. C'est ainsi ce que l'on trouve si l'on examine l'azoréaction que donne l'urine à différentes heures de la journée et dans différentes conditions de nutrition et d'activité musculaires. Je n'ai encore jamais trouvé un seul cas où l'urine d'un homme normal fût complètement incapable de produire l'azoréaction, bien que je me sois toujours assuré par des expériences de contrôle que l'urine ne contenait ni sucre, ni albumine, ni peptone. L'azoréaction de l'urine présente exactement le caractère propre aux corps aromatiques. L'aspect du liquide est toujours rouge brunâtre avec une teinte orange très nette.

Comme la tyrosine pure soumise à l'oxydation au moyen du peroxyde de plomb et de l'acide sulfurique jusqu'à la disparition complète de la réaction de Millon fournit des produits qui montrent une magnifique azoréaction de même que l'urine, la question de l'existence du groupe aromatique dans la molécule d'albumine sous une forme différente de la tyrosine ne peut être décidée par ce moyen. L'observation suivante a beaucoup contribué à la solution de cette question.

En étudiant le processus de formation de la chondrine et de la glutine aux dépens des albumines véritables j'ai trouvé qu'en traitant les peptones d'une manière convenable on obtient dans le liquide à côté du chondronoïde, qui représente la plus grande partie du peptone primitif, une série de produits cristallisables. Parmi ces

derniers se trouve un corps que j'ai décrit [1] et qui se compose de trois groupes distincts : tyrosine, amidophénol et inosite. Ce produit cristallin complexe dû à la décomposition du peptone contient donc le groupe aromatique sous deux formes différentes.

Comme la possibilité de la transformation du groupe de la tyrosine en amidophénol au moment de sa séparation du peptone doit être rejetée par plusieurs raisons, nous sommes obligés d'admettre que le groupe amidophénol, préexiste dans la molécule du peptone et de toutes les albumines véritables. Il est très important dans le travail actuel d'établir l'exactitude de cette conclusion, je vais donc présenter les faits qui lui servent de base.

1° Le *tyrophénosite,* c'est le nom qui me semble le mieux convenir à cette substance cristalline, se décompose par l'ébullition avec l'acide sulfurique (4°/₀—6°/₀) dilué de telle façon qu'on obtient d'un côté un corps cristallin contenant en totalité les groupes tyrosine et inosite contenus dans le tyrophénosite, de l'autre côté le groupe amidophénol. Mais une petite partie seulement de ce dernier groupe s'obtient dans un état inaltéré, tandis que le reste du groupe a été transformé en une quantité d'autres produits parmi lesquels on peut reconnaître de faibles quantités d'hydroquinone. Le groupe amidophénol et les produits de sa décomposition sont seuls facilement solubles dans l'eau et l'alcool, c'est pourquoi on peut facilement les isoler de la tyrosine.

L'amidophénol étant un dérivé monohydroxylé donne parfaitement bien la réaction de Millon et en effet les produits de décomposition du tyrophénosite solubles dans

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1881, t. V, p. 107.

l'alcool dilué, donnent fort bien la réaction de Millon, mais à mesure que la décomposition de l'amidophénol mis en liberté se continue, surtout en contact avec l'air et à la chaleur, la réaction de Millon devient de moins en moins nette. La disparition de la réaction de Millon nous laisserait dans l'impossibilité de déterminer la présence du groupe aromatique dans le nombre des produits de décomposition du tyrophénosite si nous n'avions pas l'azo-réaction qui est applicable non seulement au groupe aromatique monohydroxylé, mais aussi aux groupes di- et trihydroxilés.

La solution aqueuse de l'amidophénol séparé du tyrophénosite donne l'azoréaction rouge-orange, mais à mesure que sa décomposition avance la couleur passe au brun rougeâtre et au brun très foncé.

Comme la tyrosine pure ne se décompose pas par l'ébullition avec l'acide sulfurique très étendu, il est clair qu'on ne peut pas attribuer à une décomposition de la tyrosine l'apparition dans le liquide de l'expérience des composés aromatiques solubles dans l'alcool et facilement altérables.

2° La meilleure preuve qu'on pourrait donner de la présence du noyau aromatique dans les albumines sous la forme d'amidophénol serait de l'obtenir à l'état pur et isolé. Comme nous ne pouvons pas jusqu'à présent obtenir ce groupe aux dépens des peptones autrement que sous la forme de tyrophénosite, c'est de ce dernier produit qu'on peut le séparer et non des peptones directement. Pourtant je n'ai pu y arriver qu'en transformant le groupe d'amidophénol aussitôt après sa séparation du tyrophénosite en un composé chloroplatiné. Cette combinaison se présente sous forme de prismes jaune d'or

macroscopiques, solubles facilement dans l'eau et insolubles dans l'alcool et l'éther. Leur solution aqueuse ou alcoolique se décompose rapidement lorsqu'on l'évapore au bain-marie en donnant naissance à des produits brunâtres et à de l'ammoniaque, il est donc très difficile de purifier ce corps.

La détermination du platine a donné les résultats suivants :

I 0,2240 gr. desséché à 105° a donné 0,0710 Pt = 31,69 % Pt
II 0,1930 » » 0,0610 Pt = 31,85 % Pt
Obtenu en moyenne 31,77 % Pt ; calculé = 31,38 % Pt

NB. Le petit excès de platine provient de l'impossibilité de se débarrasser des traces de chloroplatinate d'ammoniaque.

Nous pouvons donc en nous basant sur les faits décrits, *admettre la préexistence du groupe amidophénol à côté du groupe tyrosine dans les molécules des vraies albumines et de leurs peptones.*

Il est actuellement impossible de décider si les deux groupes mentionnés sont les seules formes que peut prendre le groupe aromatique dans la molécule de toutes les albumines connues.

La facilité extrême avec laquelle le groupe amidophénol des peptones se modifie surtout sous l'influence de l'oxydation nous explique comment il se fait qu'une oxydation très faible suffit déjà pour faire perdre aux peptones leur aptitude à donner la réaction de Millon et cela aussi bien au dehors qu'au dedans de l'organisme. Bien que la tyrosine se décompose difficilement en général elle ne peut cependant pas supporter longtemps sans s'altérer une oxydation énergique. Par suite de ces deux circonstances la réaction de Millon perd bien vite pour nous sa

valeur dans la recherche du groupe aromatique dans l'organisme.

Le premier stade de l'oxydation des albumines doit pouvoir s'accomplir dans chaque tissu de l'organisme où un sang riche en oxygène vient en contact avec les substances albumineuses préparées pour l'oxydation par d'autres processus vitaux. Ceci fit naître la supposition qu'il doit exister dans le corps des organes et des tissus contenant des composés aromatiques, séparés des albumines et à l'état des premiers stades de l'oxydation et qui peuvent être reconnus seulement par l'azoréaction. L'expérience a confirmé cette supposition. Comme tous les composés aromatiques dont on pouvait supposer ici l'existence sont solubles dans l'alcool, j'ai essayé d'obtenir ces combinaisons libres de tout mélange de peptones ou d'albumines en épuisant, par l'alcool concentré (96°/₀) et chaud, les tissus organiques finement broyés avec l'alcool et séchés. Le sang doit d'abord être neutralisé avec l'acide acétique.

L'extrait alcoolique doit être évaporé presque à siccité et de nouveau traité par l'alcool concentré. L'absence de la réaction de Millon et de la réaction de biuret devra nous servir de guide pour affirmer l'absence de corps étrangers dans l'extrait, surtout des peptones.

En opérant ainsi j'ai pu constater au moyen de l'azoréaction la présence des composés aromatiques comme produits de décomposition dans les tissus suivants:

Dans le foie du lapin et du pigeon.

Dans les reins du pigeon (peu), du lapin, du chien.

Dans le sang du pigeon (très peu), du lapin (le sang mélangé des art. carotides et jugulaires en contenait très peu, celui de la veine porte — beaucoup).

Dans les muscles du bœuf, du lapin, du pigeon, du chien.

Dans les poumons du chien, du bœuf.

Nous voyons donc que l'azoréaction nous donne ce qu'aucune autre réaction n'a pu donner jusqu'à présent: le moyen de retrouver le groupe aromatique dans les phases intermédiaires depuis sa séparation de la molécule d'albumine jusqu'à sa sortie de l'organisme. Les services que nous rend l'azoréaction sont d'autant plus précieux qu'elle donne des résultats excellents même avec des quantités minimes de substance, il n'en serait pas de même s'il fallait employer d'autres procédés.

Or précisément dans la plupart des expériences physiologiques dirigées dans cette voie nous ne pouvons disposer que de très petites quantités de substance.

La solubilité des substances aromatiques des tissus dans l'alcool les faisait entrer dans la classe des matières extractives.

L'application de l'azoréaction nous a permis d'enlever à cette catégorie ténébreuse des corps appelés matières extractives tout un groupe de composés en nous indiquant sa nature chimique.

Si l'on prend en considération: 1° que parmi les composés aromatiques qui peuvent prendre naissance dans l'organisme il s'en trouve plusieurs qui ont des propriétés toxiques comme p. ex. le phénol, le pyrrogallol; le paramidophénol, enfin l'orcine, etc. 2° Que l'organisme dispose de moyens d'oxydation aussi bien que de réduction et que le rapport de ces deux processus change surtout sous l'influence des causes pathologiques, on est naturellement conduit à penser que l'étude qualitative et quantitative des composés aromatiques résultant de la décomposition de

l'albumine dans les tissus vivants, devra amener la découverte de faits nouveaux et fournir l'explication de bien des faits connus mais incompris. Un exemple excellent de l'utilité de semblables recherches nous est déjà donné par le travail de M. le prof. F.-W. Zahn[1]. Il a fait une étude comparée des substances aromatiques du sang chez le lapin normal et chez le lapin mort par l'introduction dans la circulation sanguine d'une certaine quantité de sang maintenu pendant quelque temps en stagnation dans l'animal. En se servant de l'azoréaction M. Zahn a montré qu'il se développe dans le sang en stagnation des substances donnant l'azoréaction, qui ne se trouvent pas dans le sang normal et qui probablement tuent l'animal.

J'ai déjà dit plus haut que les peptones ainsi que d'autres albumines soumises à l'oxydation par différents procédés donnent, dans le nombre de leurs produits, des composés aromatiques capables de fournir l'azoréaction mais non la réaction de Millon. Je dois ajouter maintenant que même si l'on prolonge l'oxydation jusqu'à produire une décomposition complète des peptones, de telle sorte que la plus grande partie soit transformée en acide carbonique, eau et ammoniaque, on trouve parmi les produits une grande quantité de substances aromatiques mélangées à une faible quantité d'acides gras inférieurs et d'acide oxalique.

Le groupe aromatique seul parmi les groupes d'atomes des substances albumineuses, résiste à de très forts oxydants sans se détruire et conserve en passant d'une forme

[1] *Virchow's Archiv*, Bd. 95, p. 395.

à une autre l'intégrité de son noyau aromatique. L'étude complète de ce genre de corps aromatiques n'est pas encore terminée, il nous suffit maintenant de prouver leur nature aromatique, ce qui est démontré par la faculté qu'ils possèdent de se transformer en acide benzoïque ou en nitrobenzol, et par l'azoréaction qui se montre immédiatement et très intense. L'oxydation peut être poussée si loin qu'on ne retrouve plus aucune trace des divers groupes de peptones, comme par exemple les groupes des acides amidés, le groupe qui donne la réaction de biuret, les groupes de l'acide cholalique, etc., de sorte que tout l'azote soit transformé en ammoniaque et néanmoins le groupe aromatique se montre dans son intégrité. Ce caractère d'indestructibilité du groupe aromatique vis-à-vis d'agents oxydants beaucoup plus énergiques que ceux dont dispose l'organisme (car le même effet peut être obtenu dans un temps beaucoup plus court) caractère qui correspond aux propriétés chimiques de ce groupe, m'a suggéré une suite d'idées tendant à augmenter considérablement l'intérêt que nous avons à connaître le rôle et les transformations de ce groupe dans la nature.

En nous basant sur les faits cités plus haut nous pouvons prévoir que le groupe aromatique, malgré l'influence des processus de putréfaction et de décomposition des tissus organiques et de l'oxydation lente qui a lieu dans le sol, doit survivre sans subir d'altération profonde et nous devrons le retrouver dans le sol sous une de ses formes. — J'ai déjà dit, que dans les plantes ce groupe se trouve dans des formes plus variées que dans les animaux. Outre les corps albumineux les plantes le contiennent sous forme d'acides gallique, tannique, benzoïque, salicylique, etc., dans les terpenes, le camphre, les résines,

les baumes, dans les huiles éthérées, dans plusieurs glucosides, etc. Enfin outre toutes ces substances, qui souvent sont peu abondantes dans certaines plantes le groupe aromatique se trouve encore dans une substance dont l'existence est générale et indispensable pour toutes les plantes vertes, la chlorophylle.

La chlorophylle bien isolée ne donne pas immédiatement l'azoréaction, mais cette réaction se montre avec une assez grande intensité si on fait subir à la chlorophylle une oxydation préalable. On peut en conclure, que le noyau aromatique de la chlorophylle ne contient ni hydroxyles ni groupes amidés, mais que l'oxydation y développe un ou plusieurs hydroxyles. Le caractère de la couleur de l'azoréaction de la chlorophylle rappelle plutôt les dérivés hydroxylés des homologues du benzol que ceux du benzol même. Ce simple fait a une grande importance.

Il démontre 1° que le noyau aromatique forme une partie constituante de la chlorophylle, 2° que la chlorophylle et les produits de ses transformations dans les plantes sont, avec les corps albumineux, les sources d'où proviennent les substances aromatiques de l'humus du sol.

Mais les composés du groupe aromatique se trouvent-ils dans la terre fertile en général ? Bien que je n'aie encore examiné la terre végétale que dans une seule localité, j'ai comparé entre elles des terres provenant de différents endroits, champs, forêts, etc. Comme le sol des champs, des vergers et des jardins reçoit de temps en temps des engrais naturels contenant des quantités notables de substances aromatiques, j'ai surtout porté mon attention sur le terre provenant des forêts. Pour les recherches faites dans ce but je me suis servi exclusivement de l'azoréaction. Tout d'abord j'ai fait une série d'expériences avec les

détritus de feuilles et de plantes aux différents degrés de décomposition sous l'influence de l'air et de l'eau. J'ai commencé la série d'expériences par des feuilles mortes depuis quelques semaines et j'ai examiné en dernier lieu le résidu végétal presque entièrement transformé en une masse noire d'aspect terreux mais tout à fait libre de substance terreuse. Tous ces produits ont fourni un extrait alcoolique qui, débarrassé de son alcool par l'évaporation, contenait des substances capables de donner l'azoréaction très nette et possédant le caractère de la réaction des corps aromatiques. J'ai obtenu les mêmes résultats avec le sol des forêts, qui n'a jamais reçu d'engrais. Ni l'oxydation, ni la chaleur ne détruisent l'azoréaction dans ces cas. L'extrait aqueux de cette terre ne montre par contre qu'une très faible azoréaction. Plus la terre est riche en produits de décomposition végétaux, plus elle renferme de substances aromatiques, ainsi que le prouve l'azoréaction. Les petits monticules de terre que construisent les lombrics et qui sont formés par le résidu de leur digestion montrent aussi l'azoréaction. La terre des jardins et des vergers surtout, qui a reçu parmi les engrais l'urine des animaux domestiques, contient des substances aromatiques en partie solubles dans l'eau, car l'urine contient le groupe aromatique sous forme de sulfoconjugués.

L'indestructibilité du groupe aromatique vis-à-vis d'agents oxydants assez énergiques, nous permet de dire que toute terre vierge, qui a englouti les dépouilles des végétaux qu'elle nourrissait, doit conserver le groupe aromatique originairement renfermé dans les tissus de ces végétaux.

Il ne faut pas oublier en outre que les processus

d'oxydation ont dans le sol une intensité beaucoup moindre que dans les expériences citées plus haut. Par conséquent toute terre sur laquelle des végétaux ont vécu et sont morts pendant le cours des temps doit contenir des substances aromatiques, qui sont avec le « humus » les seuls restes qui nous rappellent ces végétaux.

En poursuivant le but que je me suis proposé d'esquisser, dans leurs traits les plus généraux, le rôle et les métamorphoses consécutives du groupe aromatique dans l'organisme végétal, comme je l'ai fait pour l'organisme animal, je me suis trouvé en face de deux questions principales : 1° D'où vient le groupe aromatique que nous trouvons dans les tissus de la plante? 2° Quelle direction prend le groupe aromatique du sol?

Appliquée au règne animal la première question est facile à résoudre, car l'animal est incapable de créer des corps complexes aux moyens de l'acide carbonique et de l'eau, mais cette question devient plus compliquée si nous nous adressons aux plantes. La plante peut effectuer la synthèse de toutes les substances complexes qui constituent son squelette, son protoplasma et sa chlorophylle, en utilisant pour cela les plus simples composés de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'autres éléments. L'amidon, la cellulose, le sucre, la graisse qui sont contenus dans les plantes sont formés de l'acide carbonique et de l'eau. Devrons-nous admettre la même chose pour le groupe aromatique qui entre dans la composition des albumines, du protoplasma et de la chlorophylle? Ou bien la plante puise-t-elle dans le sol la quantité nécessaire du groupe aromatique déjà tout formé? Ces questions peuvent paraître oiseuses au premier coup d'œil. En effet il est amplement prouvé par des recherches très

exactes que les plantes peuvent non seulement vivre, mais aussi augmenter la masse de leur corps, et par conséquent la masse de leurs composés aromatiques, quand on les place dans des milieux artificiels formés d'eau ou de sable, contenant tous les éléments inorganiques nécessaires à la vie, comme le potassium, le calcium, l'azote, le phosphore, etc., mais ne contenant pas trace de substances organiques.

Il n'y a nul doute que dans ces conditions les plantes créent elles-mêmes les substances aromatiques dont elles ont besoin au moyen de CO^2 et H^2O, de même qu'elles créent avec les mêmes combinaisons très simples l'amidon, le sucre, la graisse. Mais ces faits excluent-ils la possibilité de l'utilisation par les plantes des composés aromatiques qu'elles peuvent trouver dans le sol? Évidemment non.

Vu l'extrême stabilité du groupe aromatique et la facilité avec laquelle il passe d'une forme à l'autre, sous l'influence soit de l'oxydation ou de la réduction, ou de la substitution, on peut poser la question suivante : Les plantes n'utilisent-elles pas les substances aromatiques du sol au moins pour une partie de leurs besoins, si ce n'est la totalité ? Cette idée se réduit tout d'abord à une question plus simple mais plus générale de la physiologie végétale. Les plantes sont-elles capables d'absorber et d'assimiler les substances organiques complexes contenues dans le sol ? La plupart des naturalistes contestent à la plante cette faculté. Cependant plusieurs observations et surtout des recherches nouvelles parlent en faveur de la première hypothèse.

1° La germination de la graine; nous voyons dans ce cas le développement et un notable accroissement du

jeune individu se faire aux dépens des matières nutritives déposées dans la graine. Ces matières, amidon, albumine deviennent d'abord solubles et se décomposent en groupes atomiques plus simples, mais les produits qui en résultent comme le sucre, les acides amidés et autres substances mal connues sont encore des composés assez complexes, et cependant ce sont ces substances-là qui, d'après les dernières recherches de M. E. Schultze, concourent directement à la construction de la jeune plante.

2° M. Van Tieghem et M. Valtz[1] ont donné une preuve encore plus directe de ce fait, car ils ont forcé la plante à vivre et à s'accroître aux dépens de produits de la décomposition des albumines, d'hydrates de carbone et d'autres substances qu'ils disposaient à la portée des racines, dans un sol préalablement stérilisé.

3° Une coutume ancienne des jardiniers pour relever l'activité d'un arbre fruitier qui dépérit consiste à disposer dans plusieurs endroits du sol, parmi les racines, des morceaux de chair pourrie ou d'autres tissus organiques. Les forces de la plante reviennent si vite dans ces conditions qu'il est impossible de ne pas admettre le passage des substances organiques complexes dans la plante, qui sans cela serait obligée de les former elle-même dans ses feuilles aux dépens de CO_2, H_2O et NH_3.

Il me semble que ces faits suffisent pour dissiper les doutes sur la possibilité de l'absorption et de l'assimilation des substances organiques complexes du sol par la plante.

Serait-il possible que le groupe aromatique si indis-

[1] J'ai trouvé ces faits dans un ouvrage récent de M. Faminzin, Membre de l'académie des sciences à St-Pétersbourg, en langue russe.

pensable à l'existence des deux principaux éléments organo-plastiques de l'organisme végétal, les albumines et la chlorophylle fissent exception à cette loi ? Les recherches de M. Schultze ont montré que la tyrosine résultant de la décomposition des albumines dans les graines en germination pénètre dans les racines et dans l'axe feuillé de la jeune plante pour y jouer le rôle d'un élément organo-plastique. Pourquoi donc refuserions-nous aux autres substances aromatiques du sol qui ne sont autre chose que les produits d'une légère oxydation des groupes aromatiques des albumines et de la chlorophylle, la possibilité de pouvoir être absorbées et assimilées par les plantes ? Cette proposition demanderait évidemment une confirmation expérimentale. Malheureusement le temps et les conditions nécessaires à ces expériences m'ont manqué jusqu'à présent, et je me réserve encore pour quelque temps le droit de donner cette preuve expérimentale.

Je puis cependant dès à présent citer quelques faits à l'appui de mon hypothèse sur le rôle des substances aromatiques du sol :

1° L'introduction de ces substances dans la plante peut s'effectuer seulement par les racines. Si les plantes élaborent les groupes aromatiques qu'elles contiennent au moyen de leurs parties vertes par un procédé de synthèse, les racines ne doivent pas contenir de composés aromatiques libres ou seulement des traces de ces composés. Si, au contraire, la plante reçoit du sol au moins une partie des composés aromatiques dont elle a besoin, il est clair que les racines devront en contenir. Pour vérifier ces suppositions j'ai examiné l'azoréaction des extraits aqueux et alcoolique de différentes parties de racines soi-

gneusement débarrassées par le lavage de la terre végétale. Ces recherches ont été faites sur les racines du persil, de la carotte, du blé, du blé sarrasin, des pommes de terre et de beaucoup d'autres plantes cultivées et sauvages. J'ai trouvé que plus le terrain était soigneusement cultivé, plus il était riche en corps aromatiques provenant des engrais, plus nette était l'azoréaction que donnaient les extraits faits avec les parties externes superficielles des racines épaisses ou avec la masse entière des racines les plus fines.

Mais en général jamais l'azoréaction n'a fait défaut complètement dans les racines d'aucune plante. La masse interne des racines épaisses montrait une azoréaction bien plus faible que les parties externes.

Ces faits prouvent assez l'absorption des corps aromatiques du sol par les racines, car on ne peut pas admettre que ces corps y aient pris naissance par voie synthétique ou qu'ils fussent apportés et déposés dans les parties externes des racines par la circulation.

2° La valeur de tous les engrais est estimée seulement au point de vue de leur richesse en éléments inorganiques parmi lesquels Ka, Ph, N, jouent le plus grand rôle. Une grande partie des spécialistes en cette matière n'accordent même au « humus » qu'un rôle plutôt physique que chimique. On a vu même se fonder une école qui professait l'utilité et l'emploi d'engrais inorganiques. Malgré ses raisonnements en apparence logiques, cette école n'a jamais pu se mettre en parfait accord avec les résultats purement pratiques. En effet l'expérience a toutoujours démontré que des engrais purement minéraux se montraient inférieurs en valeur agricole aux engrais naturels considérés les uns et les autres comme contenant

la même quantité de Ka, N et Ph. La raison de ces différences n'a pas été éclaircie jusqu'à présent. Je pense que d'après ce que nous avons déjà vu, cette raison doit être cherchée dans l'absence de groupes aromatiques dans les engrais exclusivement minéraux. Il est clair que la différence entre les deux sortes d'engrais doit se manifester avec beaucoup plus de force lorsqu'ils s'appliquent à un terrain pauvre en substances organiques que lorsque le terrain en est richement pourvu.

J'ai déjà dit que l'urine des animaux contient des substances aromatiques, il en est de même des excrétions solides des omnivores et surtout des herbivores; ces derniers éliminent par cette voie toute la chlorophylle et toutes les substances résineuses contenues dans leur nourriture. Non seulement le fumier frais ou fermenté, mais aussi le guano de Pérou contient des substances aromatiques.

La poudre de guano délayée dans l'eau donne une faible azoréaction, mais son extrait alcoolique ou les produits de son oxydation par le péroxyde de plomb montrent une azoréaction très nette.

D'après tous ces faits, il devient plus que probable que les groupes aromatiques du sol sont en effet absorbés par les racines et sont ensuite conduits vers les parties aériennes de la plante pour y être utilisés suivant les besoins de l'organisme.

Mais puisque les plantes jouissent de la faculté de créer les substances aromatiques de même que l'amidon, le sucre, etc., aux dépens du CO_2 et de H_2O, on doit se demander en quoi consiste l'utilité de la présence de ces corps aromatiques dans le sol et les engrais?

Cette question attend une réponse décisive des expé-

riences que je me propose de faire et dont j'ai parlé plus haut, mais j'essayerai néanmoins d'en donner ici une interprétation théorique.

Les albumines et la chlorophylle sont des substances peu stables et destinées à subir dans l'organisme des transformations qui entraînent la destruction dans un temps donné d'une certaine quantité de ces substances. Les produits de décomposition sont entraînés par la circulation dans une direction différente de celle d'où viennent les matériaux pour la formation de nouvelles substances. Dans une plante jeune de nouvelles quantités doivent constamment se former pour remplacer dans le tissu les substances détruites, de telle façon qu'à chaque moment le gain soit toujours supérieur à la perte.

Les processus de formation des substances organiques complexes, au moyen de CO_2, H_2O, NH_3, entraînent des dépenses considérables d'énergie et de temps. Maintenant représentons-nous une plante qui, au lieu d'être obligée de créer elle-même toutes les substances complexes dont elle a besoin, fut capable d'absorber ces substances dans le sol et de les utiliser, évidemment cette plante gagnerait en temps et en force et son développement serait plus rapide et l'époque de l'apparition des fleurs et des fruits serait notablement avancée.

Nous voyons quelque chose de semblable dans la germination des graines. En effet l'accroissement de la pousse feuillée et de ses racines se fait pendant la germination bien plus rapidement que dans la suite, alors que la plante ayant épuisé le dépôt de matières nutritives de la graine, est forcée de former elle-même les substances complexes dont elle a besoin avec les CO_2, H_2O et NH_3.

Un exemple analogue nous est donné par l'observa-

tion citée plus haut d'une plante en train de dépérir, et qui reprend sa vigueur quand on offre à ses racines des substances albumineuses en décomposition.

La même chose doit avoir lieu, seulement à un degré plus faible, pour les plantes qui puiseraient dans le sol seul les groupes aromatiques tout formés.

Quelque petite que soit la quantité de temps et d'énergie que la plante économise en se servant des substances aromatiques toutes faites qui se trouvent dans le sol, il faut noter que ce phénomène se continue pendant toute la durée de la vie de la plante, et la somme de ces petits gains de chaque instant doit être assez importante, surtout si on considère les plantes annuelles telles que les céréales, les légumes, etc.

Cette économie de temps et d'énergie peut avoir une grande importance : d'un côté elle favorisera la croissance des plantes et par conséquent avancera le moment de la floraison et de la fructification, de l'autre elle devra permettre la culture de plantes provenant des pays plus chauds, dans des climats moins favorisés par le soleil.

Des recherches ultérieures décideront de l'exactitude de cette interprétation théorique du rôle du groupe aromatique contenu dans les engrais et le sol.

Dans tous les faits sus-mentionnés relatifs à l'existence et aux tranformations du groupe aromatique dans les animaux, les végétaux et le sol, nous avons toujours retrouvé cette propriété caractéristique du groupe aromatique l'*indestructibilité*. Jusqu'à présent nous ne connaissons pas un seul cas de destruction du noyau aromatique dans l'organisme animal, et cela est vrai aussi pour les substances aromatiques artificiellement introduites dans l'économie.

Même les bactéries qui détruisent tous les groupes atomiques complexes des composés organiques ne peuvent arriver à détruire le noyau aromatique.

Cette propriété permet à ce groupe de passer sans s'altérer des plantes dans les animaux, des animaux dans le sol, et de là de nouveau dans les plantes, tout comme cela a lieu pour les éléments chimiques, tels que Ka, N, Ph, etc. C'est le seul exemple que nous connaissions d'un corps organique complexe, capable d'effectuer un circuit complet de transformations sans s'altérer, et pouvant sous ce rapport être assimilé à un élément inorganique.

En terminant ce travail, je dois dire qu'il n'a pas la prétention d'être une étude approfondie du sujet, mais qu'il a pour but d'ouvrir aux recherches un champ intéressant et d'établir quelques faits généraux qui peuvent servir de base pour des recherches ultérieures.

Genève, février 1884.

SUR LA COULEUR DE L'EAU

PAR

M. J.-L. SORET.

Les physiciens ne sont pas encore tous du même avis sur l'explication de la couleur de l'eau. La question est en effet complexe et plusieurs éléments divers jouent un rôle dans les apparences que l'on observe. J'ai moi-même contribué à attirer l'attention sur l'un de ces éléments, je veux parler de l'influence exercée par les particules très ténues que l'eau tient en suspension [1].

Je désire exposer plus nettement que je ne l'ai fait jusqu'ici, la manière dont j'envisage le phénomène général de la coloration de l'eau ; je suis particulièrement conduit à le faire par la publication récente d'un travail de M. W. Spring [2] relatant des expériences très bien faites, et des observations nouvelles dont je m'empresse de reconnaître la valeur et l'intérêt. Cependant je ne puis accepter toutes les idées qui y sont exposées, et je voudrais rectifier ce que l'auteur met de trop absolu dans les opinions

[1] Sur la polarisation de la lumière bleue de l'eau. — *Archives*, 1869, t. XXXV, p. 54, et 1870, t. XXXIX, p. 352.

[2] La couleur des eaux. — *Bulletin de l'Acad. royale de Belgique*, 1883, t. V, nº 1.

qu'il m'attribue.— J'attache, comme on le verra plus loin, une grande importance à l'influence de la diffusion de la lumière produite par les particules en suspension, mais je n'admets point que cette influence entre seule en jeu dans la coloration de l'eau. Dès ma première note sur ce sujet j'ai fait mes réserves à cet égard, depuis lors j'ai exposé ma manière de voir dans mes cours [1], et si je n'en ai pas fait l'objet d'une publication spéciale, c'est qu'il me semblait que les expériences de M. Bunsen avaient mis hors de doute la faculté d'absorption de l'eau pour les rayons les moins réfrangibles, et par suite la réalité d'une coloration propre de ce liquide. D'ailleurs M. Tyndall dont les belles expériences avaient été le point de départ de mes propres observations, a lui-même reconnu l'influence de l'absorption : « Je considère, dit-il [2], la couleur bleue exceptionnellement intense, soit de la Méditerranée, soit du lac de Genève, comme complètement expliquée par ces deux causes réunies, la diffusion et l'absorption. »

Je vais donc indiquer dans les pages suivantes comment je conçois la théorie de la coloration des eaux, en me basant sur les faits établis par les différents physiciens qui ont étudié cette question. Je diviserai le sujet en deux parties que, pour plus de clarté, il convient d'envisager séparément : 1° l'exposé des propriétés physiques qui contribuent à la coloration de l'eau tels qu'on peut les étudier dans des expériences de laboratoire, 2° l'application aux apparences que l'on observe dans la nature.

[1] Particulièrement dans des conférences publiques sur l'optique météorologique faites à Genève en janvier 1876.

[2] *Nature*, 20 oct. 1870. — *Archives*, 1870, t. XXXIX, p. 346.

I

1. *Coloration de l'eau par transmission.* — Prenons un long tube fermé à ses deux bouts par des lames de verre, et remplissons-le d'eau que nous supposerons chimiquement pure et absolument privée de particules en suspension. Faisons passer un faisceau de lumière blanche au travers de ce tube : nous pourrons étudier la coloration propre de l'eau en examinant la teinte de la lumière transmise. L'expérience a été réalisée par M. Bunsen[1], qui s'est servi d'un tube de verre noirci, de 2 mètres de longueur environ ; il a reconnu, soit en regardant un objet blanc au travers de cette colonne d'eau, soit en faisant tomber la lumière transmise sur un objet blanc, que l'eau est colorée en bleu par transmission. Cette expérience a été souvent répétée et variée, entre autres par M. Tyndall[2], M. Beetz[3], M. Boas[4], M. V. Meyer[5]. Récemment M. Spring l'a reprise avec des tubes d'une longueur de 5 mètres, recouverts d'une gaine noire de manière à intercepter tout éclairage latéral, et en prenant de grandes précautions pour arriver à avoir de l'eau parfaitement pure et limpide ; la quantité de particules en suspension devait être en tout cas trop petite pour exercer une influence appréciable. Dans ces conditions la lumière transmise était d'un beau bleu.

2. Examinons maintenant, en restant dans les mêmes conditions générales, quelle est l'influence de la longueur du tube, soit de l'épaisseur de la couche liquide. — Si l'eau laisse passer une lumière bleue par transmission,

[1] *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. LXII, p. 44.

[2] *Glaciers of the Alps*, p. 254.

[3] *Pogg. Ann.*, t. CXV, p. 137. — *Archives*, 1862, t. XIV, p. 78.

[4] *Beiblätter*, 1881, t. V, p. 797.

[5] *Archives*, 1882, t. VIII, p. 257.

c'est qu'elle absorbe les rayons les moins réfrangibles du spectre. Cette absorption va en diminuant en même temps que la longueur d'onde de sorte que, sous une épaisseur suffisante, la lumière donne lieu à un spectre dans lequel le rouge et l'orangé sont très affaiblis ou même complètement éteints. Jusqu'ici, on n'a qu'un petit nombre de déterminations des coefficients d'absorption pour les différentes espèces de radiations[1]; il est certain toutefois que l'augmentation de transparence avec la réfrangibilité ne se prolonge pas indéfiniment : pour les rayons ultra-violets extrêmes, l'eau est relativement absorbante[2].

Quoi qu'il en soit, pour la partie visible du spectre, il résulte de cette absorption différente suivant la longueur d'onde, qu'en dirigeant un faisceau de lumière blanche au travers de l'eau, la teinte de la lumière transmise variera avec l'épaisseur, car elle est complémentaire des rayons absorbés dont la proportion augmente en progression géométrique, quand l'épaisseur croît en progression arithmétique, la raison de la progression étant différente suivant la réfrangibilité. Par exemple, en supposant pour simplifier, que la lumière blanche soit composée de trois couleurs fondamentales, rouge, jaune et bleu, admettons en prenant des chiffres au hasard que l'unité d'épaisseur d'un liquide laisse passer 40 p. $^0/_0$ du rouge, 60 p. $^0/_0$ du jaune et

[1] M. Wild (*Pogg. Ann.* 1868, t. CXXXIV, p. 582), a fait quelques déterminations de l'absorption sur la lumière blanche ; le coefficient obtenu représente une valeur moyenne, applicable peut-être à de petites épaisseurs, mais certainement beaucoup trop forte pour les rayons bleus. M. Forel a déjà insisté sur ce point. (*Arch.* 1877, t. LIX, p. 145). — M. F. Boas a donné des coefficients pour les rayons rouges, jaunes et bleus (*Beiblätter*, 1881, t. V, p. 197).

[2] Voyez mon 1er Mém. sur l'absorption des rayons ultra-violets. *Archives*, 1878, t. LXI, p. 322.

80 p. °/₀ du bleu : la teinte transmise sera celle d'un mélange de 40 p. °/₀ de la lumière blanche incidente avec 20 p. °/₀ du jaune incident et 40 p. °/₀ du bleu incident ; le ton sera donc vert bleuâtre, peu saturé. Si nous quadruplons l'épaisseur, il ne passe plus que 2,56 p. °/₀ de rouge, 12,96 de jaune et 40,96 de bleu, ce qui donne pour la teinte transmise un mélange de 2,56 p. °/₀ de la lumière blanche incidente avec 10,4 p. °/₀ du jaune incident et 38,4 du bleu incident ; le ton s'écarte donc beaucoup du vert pour se rapprocher du bleu, et la saturation est considérablement augmentée.

L'expérience est d'accord avec ces conclusions ; ainsi en étudiant une dissolution du sulfate de cuivre, dont l'absorption diminue avec la longueur d'onde, on reconnaît que si l'épaisseur est très petite (ou la concentration très faible) la teinte transmise est vert bleuâtre ; tandis qu'elle est bleu-indigo sous une grande épaisseur. Il doit se passer quelque chose d'analogue pour l'eau, avec cette différence qu'il faut opérer sur des épaisseurs incomparablement plus grandes.

3. *Influence des substances en dissolution dans l'eau.* — Il est évident que si l'eau n'est pas chimiquement pure, les substances en solution peuvent influer sur la teinte de la lumière transmise. En particulier de nombreuses substances organiques ont une couleur jaune ou brune, c'est-à-dire qu'elles absorbent les rayons bleus et violets ; si elles se trouvent dans une eau en proportion sensible, elles doivent éloigner du bleu la teinte de la lumière transmise pour la ramener au vert, et même au jaune ou au brun.

4. *Influence des particules solides en suspension.* — Il est très difficile d'obtenir ce que M. Tyndall a appelé un milieu

optiquement vide, c'est-à-dire un milieu absolument limpide et exempt de particules hétérogènes. On y arrive pour les gaz et quelques corps cristallisés présentant naturellement cet état. Pour les liquides on ne parvient pas à l'élimination absolue des corpuscules hétérogènes ; cependant avec l'eau, tout au moins, on atteint à une pureté assez rapprochée du vide optique pour que l'on n'ait pas à craindre une influence sensible sur la lumière transmise. Les meilleurs moyens d'arriver à ce résultat sont, en premier lieu, la distillation avec destruction des matières organiques par le permanganate de potasse, surtout si la distillation s'effectue, sans ébullition, par évaporation superficielle dans des alambics en platine [1] ; en second lieu, la fusion de glace très pure ; ce procédé qui a été indiqué par M. Tyndall, est peut-être difficilement applicable à la préparation de quantités un peu considérables d'eau.

5. Si au lieu d'un liquide ainsi purifié, on prend de l'eau dans laquelle on met en suspension des particules nombreuses et relativemont *grossières,* par exemple du sable, l'action exercée sur la lumière transmise se réduit à l'interception uniforme des rayons quelle que soit leur réfrangibilité. Avec une épaisseur suffisante on arrive à l'opacité, en ce sens que l'on ne peut plus *voir* au travers du liquide ; il pourra y avoir encore de la lumière diffuse provenant de réflexions et de réfractions multiples, surtout si la matière en suspension n'est pas opaque par elle-même. L'épaisseur de la couche produisant cette interception des rayons directs, à la façon d'un écran, dépend naturellement du nombre et de la grosseur des particules.

[1] Dans mon mémoire sur *l'Illumination des corps transparents* (*Archives*, 1870, t. XXXVII, p. 146), j'ai indiqué les résultats obtenus par différents modes de distillation ou de filtration.

6. Lorsque les particules en suspension sont de très petites dimensions, ce premier effet se complique d'un second : le milieu exerce une absorption d'autant plus forte que les rayons sont plus réfrangibles. En faisant passer de la lumière blanche au travers d'une épaisseur trop faible pour qu'il y ait interception complète, on observe que tous les rayons sont affaiblis, mais non pas également, en sorte que la lumière transmise est colorée en jaune, orangé ou même rouge, suivant que cette action devient de plus en plus prépondérante. C'est ce qu'il est facile de démontrer en prenant de l'eau sous une faible épaisseur, 4 ou 5 cent., par exemple, de manière que sa couleur propre soit insensible, puis en y produisant un précipité très ténu. Ainsi quelques gouttes d'une dissolution étendue d'acétate de plomb ou d'azotate d'argent, etc., détermineront un trouble léger accompagné d'une teinte jaune, orangée ou rouge pour la lumière transmise. Au travers d'une auge remplie de ce milieu, on peut voir nettement des objets, on peut projeter une image et observer ainsi la coloration. L'analyse faite au spectroscope montre que les rayons bleus, violets et ultra-violets sont éteints [1].

A quoi tient cette action élective sur la lumière transmise ? Est-ce seulement à ce fait général, se vérifiant en acoustique comme en optique, que les vibrations de courte période sont plus facilement éteintes lorsqu'elles se propagent dans un milieu non homogène ? Il est pro-

[1] Cet effet paraît commun à tous les précipités blancs amorphes, pourvu qu'ils soient suffisamment ténus. Avec des particules métalliques ou cristallines, l'action est quelquefois complexe. Si le précipité n'est pas blanc, sa couleur propre peut aussi exercer une influence.

bable que cette cause agit réellement et contribue à la production du phénomène ; mais elle ne paraît pas suffisante parce qu'elle n'explique pas clairement une autre propriété bien connue de ces milieux, celle de réfléchir par diffusion une plus forte proportion de rayons bleus.

7. Quoi qu'il en soit le fait expérimental demeure incontestable, et son influence sur la couleur de la lumière transmise au travers de l'eau est facile à prévoir. Dans un tube un peu long, l'eau pure absorbe par elle-même une plus forte proportion des rayons peu réfrangibles ; si l'on ajoute des particules ténues, tous les rayons sont affaiblis, mais non pas également, l'action est plus énergique sur les plus réfrangibles. Ainsi, pour deux causes différentes, ce sont les deux extrémités du spectre qui se trouvent le plus énergiquement interceptées, et les rayons moyens prédominent dans la lumière transmise ; la couleur bleue de l'eau pure virera ainsi au vert, au jaune, au brun, suivant que le rôle des particules sera de plus en plus prépondérant. C'est bien là le résultat des expériences de nombreux physiciens, et ce que démontrent en particulier les observations très intéressantes de M. Spring sur l'influence de légers précipités.

8. Seulement je ne suis pas complètement d'accord avec lui sur l'explication de ce rôle des particules qu'il expose comme suit : « La raison de ces faits est facile à « concevoir. Quand un rayon lumineux *blanc* traverse « un milieu tenant en suspension une infinité de réflec- « teurs, chaque onde simple composant le rayon lumineux « blanc se réfléchit indépendamment des autres ondes. Il « est clair que si la réflexion n'est pas totale, ce qui sera « généralement le cas, l'intensité de chaque onde ira « en faiblissant avec l'épaisseur du milieu. Or les diverses

« ondes de la lumière blanche n'ayant pas la même inten-
« sité lumineuse, les plus faibles succomberont les pre-
« mières, les couleurs extrêmes du spectre, le rouge et le
« violet s'éteindront d'abord et finalement le jaune, la
« lumière la plus vive pour nos yeux, quoique affaibli
« aussi, survivra seul à cette lutte. »

Je ne pense pas qu'un affaiblissement général de la lumière blanche donne à l'œil l'impression du jaune. Ainsi un objet blanc éclairé par une lumière blanche très faible ne paraît pas jaune, mais blanc ou gris ; de même quand on éteint graduellement un faisceau de lumière blanche en le faisant passer par deux polariseurs dont on fait tourner l'un par rapport à l'autre, on ne perçoit pas une teinte jaune. Il faut donc admettre que la lumière blanche reste blanche quel que soit son affaiblissement [1]. M. Spring ajoute, il est vrai : « On pourra sans
« doute donner une autre formule à l'explication pro-
« posée et dire, plus simplement, que si la lumière
« blanche traverse un milieu optiquement résistant, le
« jaune qui la compose concuremment avec les autres
« couleurs s'éteindra en dernier lieu. » Conformément à ce qui a été dit plus haut et d'après les observations que j'ai eu l'occasion de faire, je ne pense pas que le rouge et l'orangé s'éteignent avant le jaune si le fluide dans lequel flottent les particules est incolore par lui-même.

9. *Diffusion de la lumière.*— On connaît les caractères de coloration bleue et de polarisation de la lumière diffusée par les particules ténues qu'un liquide tient en suspen-

[1] C'est plutôt le phénomène inverse qui se produit : une lumière colorée, quelle que soit sa teinte, donne l'impression du blanc ou du gris, lorsque son intensité est très faible et approche de la limite de sensibilité de l'œil.

sion [1]. Ces caractères sont faciles à constater lorsqu'on fait tomber un faisceau de lumière solaire sur de l'eau contenue dans un ballon ou un flacon de verre. La trace du faisceau est bien visible et la lumière qu'elle diffuse contient toutes les couleurs du spectre avec une prédominance des rayons les plus réfrangibles, en sorte que la teinte est d'un blanc bleuâtre, et d'autant plus franchement bleue que les particules diffusantes sont plus petites.

Si l'on regarde cette trace au travers d'un polariseur dans une direction perpendiculaire au faisceau, on reconnaît que la lumière est polarisée.

Dans ces conditions, l'épaisseur d'eau traversée par les rayons incidents ou diffusés est trop faible pour que l'absorption de l'eau puisse exercer une influence sensible sur la couleur de cette trace.

10. Mais il est facile d'observer aussi ces phénomènes en employant des épaisseurs d'eau plus considérables. On peut, par exemple interposer sur le passage des rayons solaires incidents un tube plein d'eau, long d'un à deux mètres; alors l'influence de la coloration se fait sentir sur la couleur de la trace dont la teinte bleu verdâtre est prononcée. On peut encore regarder cette trace au travers d'un tube pareil au premier ; la couleur s'accentue encore davantage. On a ainsi la superposition des deux effets de coloration par absorption et par diffusion.

11. Une autre expérience assez instructive est la suivante. Prenons un long tube de verre, fermé à ses deux

[1] Ces questions ont particulièrement été étudiées par M. Tyndall, M. Lallemand, M. Hagenbach et moi-même. Voyez *Archives*, 1869, t. XXXIV, p. 156, t. XXXV, p. 54 ; 1870, t. XXXVII, p. 129, 176, t XXXIX, p. 341, 352 ; 1873 t. XLVIII, p. 231 ; 1874, t. L., p. 243.

extrémités par des glaces, remplissons-le avec de l'eau, et exposons-le à une vive lumière latérale, en le plaçant, par exemple, au soleil. Disposons un écran complètement noir à l'une de ses extrémités en regardant par l'autre. Si l'eau était parfaitement limpide, soit optiquement vide, l'écran vu au travers du tube paraîtrait toujours noir ; mais cette pureté absolue ne peut être atteinte et même avec de l'eau distillée avec le plus grand soin, on observe au lieu du noir, une teinte bleue très foncée, du bleu-noir si l'on veut. Ceci s'explique parce que la teinte bleuâtre de la lumière diffusée est renforcée par l'absorption que l'eau exerce sur les rayons les moins réfrangibles.

Si l'on répète l'expérience après avoir déterminé dans cette eau un très léger précipité, par exemple en y ajoutant une trace d'acétate de plomb, on observe une coloration bleue lavée de beaucoup de blanc. Or, ici la lumière incidente est blanche, car elle ne traverse pas une épaisseur sensible pour arriver jusqu'aux particules qui la diffusent ; d'autre part, si l'on regardait un écran blanc au travers du long tube rempli de cette eau un peu louche, on observerait une couleur verte ou jaune, comme nous l'avons dit plus haut. Le fait qu'on obtient une teinte blanc bleuâtre, montre que, dans les conditions où nous nous sommes placés, la coloration par diffusion l'emporte sur la coloration par transmission, et ne peut par conséquent être considérée comme négligeable dans l'explication des faits.

II

12. Arrivons maintenant à l'explication des phéno-

mènes de couleur des eaux tels que la nature nous les présente.

Il est d'abord évident que la réflexion de la lumière à la surface d'une nappe liquide joue un rôle important dans les apparences que l'on observe. Cette action varie énormément suivant les circonstances ; elle est en général d'autant plus grande que la surface de l'eau est plus calme et que la direction du regard se rapproche davantage de l'horizontale. Mais nous laisserons à peu près complètement de côté ces effets qui sont d'ordinaire faciles à expliquer et à comprendre.

C'est de la couleur de la lumière sortant de l'eau même que nous avons à nous occuper.

13. Admettons d'abord les conditions suivantes : l'observateur se trouve en bateau sur un lac formé d'une eau très pure, tel que le lac de Genève, dans un endroit où la profondeur est considérable ; il regarde l'eau dans une direction voisine de la verticale ; nous supposons que le lac est calme et le temps couvert. Dans ces conditions la couleur de l'eau est d'un beau bleu indigo. — Cherchons-en l'origine.

Ici la réflexion superficielle n'a qu'une très faible influence, dont on peut d'ailleurs se mettre à l'abri en observant avec une lunette d'eau, c'est-à-dire au travers d'un tube fermé par une glace à son extrémité inférieure qui plonge sous l'eau.

14. Comme M. Tyndall l'a fait remarquer, si l'eau était absolument homogène et optiquement vide, au lieu du bleu, on verrait du noir dans les conditions où nous nous sommes placés. En effet l'eau absorbe avec plus ou moins d'énergie tous les rayons lumineux, et si la profondeur est suffisante il est certain que le fond n'est pas éclairé : c'est

ce qu'ont démontré les expériences de plusieurs savants, et particulièrement celles de M. F. Forel qui a reconnu qu'à une profondeur de 100 mètres dans le lac de Genève, la lumière n'exerce plus d'action photographique [1]. Ainsi avec une profondeur de 100^m ou plus, nous pouvons être certains que cette lumière bleue observée ne provient pas du fond.

Elle émane donc de la masse même de l'eau.

Cette illumination n'est pas due à la fluorescence ; l'expérience montre que l'eau ne présente pas cette propriété, on ne peut donc l'expliquer que de deux manières : par réflexion proprement dite si la densité n'est pas uniforme, ou bien par diffusion sur les particules que l'eau tient toujours en suspension.

15. Dans un précédent travail [2] j'ai déjà indiqué les raisons qui me font croire que, de ces deux causes, la diffusion est de beaucoup la plus importante, et que la réflexion sur des couches, régulières ou irrégulières, de densité inégale exerce très peu d'influence. Je n'insiste donc pas sur ce point, et je me borne à faire remarquer que si par suite de différences de température l'eau se dispose en couches horizontales d'inégale densité, le calcul basé sur les lois connues de l'intensité de la lumière réfléchie, indique que la proportion de lumière renvoyée par ces couches superposées doit être insensible.

D'ailleurs, la proportion de lumière renvoyée par diffusion, même avec une eau aussi limpide que celle du lac de Genève ou de la Méditerranée, est parfaitement suffisante pour rendre compte de l'illumination de la masse liquide.

16. La couleur bleue s'explique facilement. D'abord,

[1] *Archives*, 1877, t. LIX, p. 137.

[2] *Archives*, 1870, t. XXXIX, p. 364.

comme nous l'avons vu, les rayons les plus réfrangibles sont diffusés en plus forte proportion que les autres. En outre les rayons rouges et orangés sont absorbés par l'eau dans le double trajet qu'ils font pour arriver aux particules diffusantes, et pour revenir jusqu'à l'œil de l'observateur : à l'effet de coloration produit par la diffusion s'ajoute donc l'effet de la coloration propre de l'eau.

Le ciel étant couvert, comme nous l'avons admis, c'est la lumière diffuse des nuages qui pénètre dans l'eau suivant toutes les directions, et qui atteint les particules à diverses profondeurs ; ceux de ces rayons qui ont une direction rapprochée de la verticale, et qui sont diffusés dans les couches liquides superficielles, parcourent dans l'eau un trajet assez court avant d'arriver à l'œil ; par suite une portion de lumière blanche est diffusée ; en d'autres termes le bleu n'est pas complètement saturé : c'est bien ce que montre l'observation faite au spectroscope [1].

17. Il est à remarquer que par un ciel couvert la lumière de l'eau n'est pas polarisée ; en effet la lumière incidente suivant une infinité de directions diverses, sera polarisée par diffusion dans une infinité de plans différents ; en d'autres termes elle sera naturelle.

Les phénomènes de polarisation et de coloration que produit la diffusion, sont en effet indépendants l'un de l'autre. La coloration bleuâtre se manifeste plus ou moins quelle que soit la direction de la lumière incidente et quel que soit l'angle sous lequel l'œil la reçoit. La polarisation change dans la lumière diffusée suivant les directions ; elle est au maximum dans les directions perpen-

[1] Voyez *Archives*, 1870, t. XXXIX, p. 363.

diculaires au rayon incident; d'ailleurs ce ne sont pas seulement les rayons bleus qui sont polarisés : un faisceau de lumière rouge donne par diffusion une trace rouge qui est tout aussi bien polarisée que la trace bleue d'un rayon bleu [1].

18. Maintenant supposons que le temps ne soit pas couvert, mais que cependant un nuage cache le soleil, le reste du ciel étant serein. Dans ce cas la teinte bleue de l'eau est plus prononcée encore. En effet, au lieu de la lumière blanche des nuages ce sera la lumière déjà bleue du firmament qui éclairera l'eau ; les rayons bleus seront donc renforcés dans la lumière renvoyée par réflexion superficielle comme par diffusion intérieure.

19. Si le soleil n'est pas caché par un nuage, et s'il est haut sur l'horizon, la surface du lac étant toujours calme, on observe que l'eau frappée directement par les rayons solaires est d'un bleu moins saturé que par un temps couvert; son apparence est un peu laiteuse, rappelant celle d'un liquide fluorescent, et l'on a le sentiment que la lumière provient d'une profondeur moins grande. Cette différence d'apparence se remarque aisément lorsque l'observateur se trouve sur un bateau à vapeur, et qu'il compare la couleur de l'eau dans les parties exposées au soleil et celles qui sont à l'ombre du bateau.

Ce fait est facile à expliquer. Par un temps clair la majeure partie de la lumière qui pénètre dans les cou-

[1] M. Spring me paraît confondre ces deux phénomènes, et il m'attribue à tort la même manière de voir; il cite comme suit un passage d'un de mes mémoires : « Par un temps couvert je n'ai pas obtenu de « trace de polarisation, et cependant alors le lac est encore bleu. » Les mots *et cependant alors le lac est encore bleu* ne sont pas de moi; il y a eu erreur de copie ou d'impression, et les guillemets auraient dû être fermés après le mot *polarisation*.

ches intérieures de l'eau émane directement du soleil, que nous avons supposé élevé sur l'horizon, de sorte que le trajet qu'elle parcourt à l'intérieur de la masse liquide est relativement beaucoup plus court que dans les cas où les rayons incidents arrivent de toutes les directions. Par suite la proportion de rayons peu réfrangibles qui sont absorbés est notablement moindre, et la couleur bleue est mélangée d'une plus forte quantité de lumière blanche.

Lorsque le soleil brille les phénomènes de polarisation de la lumière sont très manifestes dans les directions à peu près à angle droit avec les rayons solaires [1], et l'identité des résultats avec ce que les expériences de laboratoire ont fait connaître, est une forte preuve en faveur de la théorie que nous venons d'exposer.

20. Si au lieu d'être calme, la surface de l'eau est agitée, la teinte n'est guère modifiée quand on regarde dans une direction voisine de la verticale; mais dans une direction se rapprochant de l'horizontale (sans l'emploi de la lunette d'eau), la couleur bleue est beaucoup plus apparente. En effet la réflexion superficielle cesse de prédominer, et les rayons émanant de la masse d'eau peuvent plus facilement en sortir, dans la direction de l'observateur, quand ils tombent sur la face inclinée des vagues, parce que l'angle d'incidence est plus petit que si la surface était horizontale.

Je rappelle que lorsque la surface de l'eau est agitée, les phénomènes de polarisation disparaissent parce que les rayons solaires cessent d'être parallèles à l'intérieur de l'eau, étant réfractés dans des directions très diverses.

[1] Pour le mode d'observation voyez *Archives*, 1870, t. XXXIX, p. 352.

21. Jusqu'ici nous ne nous sommes occupés que du cas où l'on observe une masse d'eau pure de grande profondeur. Examinons maintenant rapidement quelle est l'influence du fond lorsque la profondeur est assez faible pour qu'on puisse le voir.

Si le fond est noir ou seulement d'une couleur très foncée, le bleu prédomine encore dans la teinte de l'eau lors même que la profondeur n'est que de quelques mètres. C'est par exemple ce qui se produit dans quelques parties du port de Genève, dont le fond est tapissé de plantes de couleurs très sombres, comme M. Forel l'a observé.

Si le fond est blanc, la profondeur faible et la surface assez calme pour que l'on distingue les détails du fond, la couleur paraît vert-bleu dans une direction voisine de la verticale. C'est ce qu'Arago et beaucoup d'autres après lui ont observé en regardant un objet blanc déposé sur le fond du Rhône à sa sortie du lac de Genève. La teinte est approximativement ce que l'on obtiendrait par transmission au travers d'une épaisseur d'eau double de la profondeur ; l'action de la coloration par diffusion est ici peu sensible.

Mais si la surface est agitée, les rayons émergents ne proviennent plus directement du fond par le plus court chemin ; ils ont donc traversé une épaisseur d'eau plus grande et la couleur redevient franchement bleue. Cet effet s'observe très bien, par exemple sur le pont de la machine hydraulique de Genève : en amont la surface de l'eau est encore calme, la teinte est vert-bleu ; en aval l'eau est très agitée et même bouillonnante et la teinte en paraît bleue.

Si le fond est coloré, jaune par exemple, il fera virer la teinte du bleu au vert et même au jaune suivant que la profondeur sera de plus en plus faible.

22. Je pense que les considérations qui précèdent rendent bien compte, dans ses grands traits[1], de la coloration variée d'une masse d'eau pure et limpide comme celle du lac de Genève. — Mais pourquoi d'autres masses d'eau, et particulièrement d'autres lacs de la Suisse présentent-ils une apparence différente et une couleur verte? — Je ne puis dire que j'aie à ce sujet une opinion parfaitement assise, n'ayant pas beaucoup dirigé mes observations de ce côté. Cependant je crois que quatre causes peuvent, séparément ou simultanément, produire ce résultat.

a. Des substances jaunâtres, d'origine minérale ou organique, peuvent être en dissolution dans l'eau, absorber par conséquent les rayons les plus réfrangibles, tandis que l'eau elle-même intercepte les rayons rouges; il n'émergera donc du liquide que la couleur complémentaire de ces rayons absorbés, la teinte variant du vert au jaune et même au brun, suivant les circonstances. Cette cause agit évidemment dans certains étangs ou flaques d'eau souillée de matières organiques abondantes. Mais son action est-elle suffisante pour expliquer la teinte verte de grands lacs comme celui de Constance ou de Lucerne? Plusieurs savants sont de cette opinion, et l'on peut citer à l'appui le fait signalé par H. Sainte-Claire Deville que par évaporation les eaux bleues laissent un résidu blanc, et les vertes

[1] Je dis « dans ses grands traits, » car beaucoup de points méritent d'être étudiés de plus près : ainsi le spectre d'absorption de l'eau est incomplètement connu ; la détermination des coefficients d'absorption pour les divers rayons, l'examen détaillé de l'action des particules en suspension, etc., etc., sont encore à compléter ou à reprendre. Il y a lieu d'espérer que la commission récemment nommée pour cette étude par la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, arrivera à élucider une partie de ces questions.

un résidu jaune [1]. — M. Spring élève contre cette manière de voir des objections très sérieuses que l'on trouvera dans son intéressant mémoire.

b. Comme nous l'avons dit, dans une eau extrêmement limpide, comme celle du lac de Genève ou celle de la Méditerranée, les particules en suspension sont si rares qu'elles n'influent pas sensiblement sur les couleurs de la lumière transmise; mais si tout en restant très ténues, elles deviennent plus nombreuses, elles doivent agir en interceptant les rayons les plus réfrangibles, et par suite la couleur virera au vert. C'est à cette cause que M. Spring attribue la teinte de certains lacs, tels que celui de Constance [2].

c. Nous avons dit que la coloration bleuâtre de la lumière diffusée par des particules rares et très ténues, influe, en la renforçant, sur la teinte bleue d'une eau très limpide. Mais cet effet cesse de se produire si les particules sont trop nombreuses ou relativement grossières. En outre dans ce cas, la diffusion produite dans les couches rapprochées de la surface l'emporte sur celle des couches plus profondes; la lumière a parcouru sous l'eau un trajet plus court, par suite les rayons peu réfrangibles sont moins absorbés.

d. En dernier lieu, si les particules en suspension sont elles-mêmes colorées et abondantes, leur couleur peut influer sur celle de l'eau. Plusieurs rivières sont colorées

[1] Voyez aussi les travaux de Wittstein (*Comptes rendus de l'Acad. de Munich*, 1860, p. 603), de Beetz (*Archives*, 1862, t XIV, p. 78).

[2] Il considère l'eau du lac de Constance comme à peu près saturée de carbonate de calcium dissous à la faveur d'une petite quantité d'anhydride carbonique que contient l'eau; il admet que dans cet état voisin de la saturation, il se forme déjà un *précipité naissant*. Dans le lac de Genève qui, d'après les analyses de H. Sainte-Claire Deville, contient moins de calcaire que celui de Constance, et la même proportion d'anhydride carbonique, le précipité ne se formerait pas parce qu'on est loin de la saturation.

en gris foncé lorsqu'elles sont chargées de poussière d'ardoise, en jaune ou même en rouge ou en lilas, si elles charrient des sables présentant ces nuances. Entre ces cas de trouble complet et la transparence parfaite, il y a des intermédiaires, et il peut se faire que des corpuscules colorés communiquent à l'eau une teinte verte[1].

23. Il ne sera pas inutile d'insister en terminant, sur ce qu'il y a de délicat et quelquefois de contradictoire dans les effets produits par les particules en suspension. Il faut se rappeler que, si elles sont ténues, elles éteignent les rayons bleus par transmission, tandis qu'elles tendent à renforcer ces mêmes rayons par diffusion; ces deux effets opposés peuvent l'emporter l'un sur l'autre suivant les circonstances.

Il me semble certain que de l'eau limpide et pure, ou ne tenant que des substances incolores en dissolution, paraîtra toujours bleue, sous une grande profondeur, et d'un bleu d'autant plus saturé et foncé qu'elle se rapproche plus du *vide optique*. Les particules sont trop rares pour exercer une absorption appréciable sur les rayons très réfrangibles, et permettent aux rayons incidents de faire en moyenne un grand trajet dans l'eau. Les effets de coloration par diffusion et par transmission s'ajoutent l'un à l'autre.

Si les particules en suspension deviennent plus nombreuses, la profondeur restant toujours grande, le bleu sera en tout cas moins saturé, et peut-être virera-t-il au vert, si l'extinction des rayons bleus par transmission l'emporte sur leur renforcement par diffusion; cela dépend

[1] C'est ainsi que M. Forel et M. J. Brun ont signalé dans quelques points des lacs de Genève et de Neuchâtel, et à certaines époques la présence d'abondantes algues microscopiques vertes qui donnent à l'eau une couleur pareille.

de la dimension des particules, de leur nombre, de leur nature, des conditions d'éclairement.

Mais si la profondeur est faible, l'effet peut être renversé et l'abondance de particules faire virer au bleu une coloration verte. C'est ainsi que M. le prof. Colladon a observé que pendant un draguage de l'un des côtés du port de Genève, opération qui faisait nager dans l'eau un peu d'argile délayée, le bras du Rhône par lequel s'écoulait cette eau légèrement troublée, était plus bleu que l'autre bras formé d'eau tout à fait limpide. Ceci s'explique facilement. Dans le Rhône, quand l'eau est claire à sa sortie du lac, la coloration est vert bleu, comme nous l'avons rappelé plus haut, ce qui tient en grande partie à la couleur plus ou moins jaune ou verdâtre du fond ; si l'eau devient légèrement louche ce n'est plus le fond qui renvoie la lumière, c'est l'argile en suspension. Or cette argile est blanche, elle possède à un assez haut degré la faculté de diffuser la lumière bleue comme on le reconnaît en faisant tomber un faisceau de lumière solaire sur de l'eau dans ces conditions. La coloration jaunâtre du fond est donc masquée, la coloration par diffusion prédomine, et la teinte est d'un bleu lavé de blanc.

Post-scriptum. — Les pages précédentes étaient déjà imprimées en épreuves, lorsque j'ai pris connaissance d'une très intéressante publication de M. J. Le Conte sur le lac Tahoe[1]. L'auteur expose avec beaucoup de soin dans ce beau mémoire les causes de la couleur des eaux, et j'ai eu la satisfaction de voir qu'il partage, à peu près sur tous les points, les idées et les vues que je viens de développer.

[1] *Physical studies of Lake Tahoe. — Overland Monthly.* — Nov. 1883, déc. 1883 et janvier 1884.

NOTICE

SUR LES

INVENTIONS MÉCANIQUES DE M. G. LESCHOT

Horloger,

Membre de la Société des Arts de Genève.

PAR

M. Daniel COLLADON

Le 4 février 1884 est décédé à Genève M. Georges-Auguste Leschot, inventeur de procédés mécaniques d'une haute importance pour l'horlogerie et pour les travaux d'excavation des puits ou sondages et des galeries de mines dans les roches très dures.

Son père Jean-Frédéric Leschot (1747 à 1824) né à Valangin, canton de Neuchâtel, avait été associé au célèbre Henri Jacquet-Droz[1], pour la construction des automates. Il avait inventé pour les personnes amputées, des pieds

[1] Henri Jacquet-Droz, Neuchâtelois, reçu bourgeois de Genève en 1784.— Auteur, des automates le dessinateur, l'écrivain et la joueuse de clavecin, etc. — *Notice historique sur les inventions, et les perfectionnements faits à Genève*, par le professeur Élie Wartmann, 1873. Georg, libraire.

et des mains artificielles, qui obtinrent l'admiration de Vaucanson, il construisit le premier des oiseaux chantants et pouvant imiter les mouvements d'oiseaux vivants. — Reçu bourgeois gratis, il fut nommé membre honoraire de la Société des Arts de Genève en 1787.

M. Georges Leschot est né à Genève le 24 mars 1800. Il était doué d'un talent remarquable d'observation et d'invention et de plus artiste praticien d'une incomparable habileté; il se consacra d'abord pendant quelques années à la fabrication des échappements libres à ancre. Inventeur de perfectionnements importants à ces échappements, il avait parfaitement réussi à rendre leur jeu sûr et capable de résister aux secousses des montres de poche, sans altérer leurs excellentes qualités comme échappements libres. Les outils et les procédés d'exécution qu'il avait imaginés pour fabriquer mécaniquement ces échappements permettaient à M. Leschot et à son associé M. Malignon de les livrer au commerce à des prix remarquablement bas.

Ces inventions et les résultats obtenus, ont puissamment contribué à l'adoption presque universelle de l'emploi de cet échappement pour les montres de poche, par les fabricants d'horlogerie.

Au commencement de notre siècle, le plus grand problème de la fabrication des montres était de trouver des procédés mécaniques pour la fabrication courante de toutes leurs parties intérieures, par l'exécution d'outils d'une extrême perfection avec lesquels on pût fabriquer des blancs et des mouvements, identiques dans toutes leurs parties mobiles ou immobiles, afin qu'il fût possible de les interchanger entre toutes les montres d'un même calibre. — Ce grand problème d'horlogerie avait été tenté

déjà par quelques inventeurs, mais tous avaient échoué après de vains sacrifices de temps et d'argent[1].

En 1839 des fabricants genevois connus par la perfection de leurs produits, Messieurs Vacheron et Constantin, se hasardèrent de nouveau à entreprendre ce mode d'exécution de toutes les pièces des mouvements de montre, qui se fabriquaient alors *par parties brisées* dans quelques villages isolés. — Liés d'amitié avec M. Georges Leschot dont ils connaissaient le haut mérite, ils demandèrent et obtinrent son concours pour cette délicate entreprise et il fut convenu qu'on ne livrerait des pièces à la vente qu'après un succès satisfaisant bien constaté.

Telle était la netteté de conception et la grande habileté pratique de M. Leschot, que les nombreux et délicats outils, que nécessitait ce nouveau mode de fabrication, furent créés en moins de deux années et que les résultats en furent jugés assez satisfaisants pour passer immédiatement à la fabrication courante et à la vente.

Pour bien apprécier les difficultés de ce nouveau système, il faut considérer que le commerce demande des montres de formes et de grandeurs très diverses et que les outils doivent se prêter à de nombreuses variétés de calibres.

De plus, les parties mobiles des montres sont de formes si délicates et quelques-unes de dimensions si minimes, que pour qu'elles puissent être interchangeables, il faut qu'elles sortent de l'outil presque mathématiquement identiques, et comme les outils s'usent, il faut remédier à cette usure et quelquefois avoir des machines de réserve destinées à

[1] Entre autres un mécanicien genevois M. Jurine, qui avait fait inutilement de coûteux essais dans ce but. — Senebier, *Histoire littéraire de Genève*, t. III, p. 324.

reproduire des outils de fabrication identiques aux anciens.

En 1843 notre illustre compatriote Auguste de la Rive, avait obtenu de l'Académie des sciences de Paris, un prix Montyon, pour sa découverte d'un dorage électrique solide, et la valeur avait été donnée par lui à la Société des Arts de Genève, avec la condition de décerner tous les cinq ans une médaille d'or de 600 francs pour la découverte la plus utile à l'industrie genevoise. — Une somme de 600 francs ajoutée par le donateur, permettait d'adjuger ce prix dès 1844.

Le jury d'examen n'hésita pas à décerner, à l'unanimité des votes, cette médaille à Messieurs Vacheron, Constantin et G. Leschot.

Ajoutons que depuis quarante ans, la réputation de cette maison et la perfection constatée des produits qu'elle livre au commerce ont toujours été en grandissant. Depuis 1840 jusqu'à 1882 M. Leschot s'est entièrement consacré à cette œuvre difficile et il n'a pas cessé de perfectionner plusieurs parties de cet immense outillage.

Le révolution mécanique entreprise et menée à bonne fin par la maison Vacheron et Constantin, guidée par le génie inventif de M. G. Leschot, est aujourd'hui un fait généralement reconnu et bien constaté, qui a pris rang dans les grandes inventions relatives à l'horlogerie de précision.

Leur succès a suscité l'ambition de plusieurs concurrents dont quelques-uns sont parvenus à fabriquer des blancs et des mouvements interchangeables, par des procédés analogues à ceux du premier inventeur.

Dès l'année 1843, M. G. Leschot ayant eu l'occasion de voir une plaque de porphyre rouge d'Égypte avait

remarqué sur sa surface de fines stries parallèles. En les examinant à la loupe il fut surpris de voir quelles avaient la même apparence et la même netteté que celles qu'un burin d'acier trempé peut tailler sur du bronze, ou sur du fer; il en conclut que les stries de ces plaques devaient avoir été entaillées par des burins d'une substance beaucoup plus dure que le porphyre, probablement par des pointes en diamant.

Cette supposition lui parut plus admissible, lorsqu'en 1847-1860 on commença à répandre dans le commerce des diamants amorphes, opaques, colorés en gris noirâtre, assez semblables à des fragments de coke de cornue, d'où leur nom de diamants noirs, ou carbonados du Brésil.

Ces diamants impropres à l'ornementation, ont une dureté égale ou supérieure à celle des diamants de luxe et leur prix de vente était remarquablement bas, environ quatre à cinq francs le carat de 206 milligrammes, en 1860, prix des gros fragments.

A la fin de 1861, Monsieur Rodolphe Leschot, fils de Georges, sorti en 1859 de l'Ecole centrale, était ingénieur, placé sous les ordres de Messieurs Vitali, Picard et Cie, entrepreneurs de chemins de fer en Italie.

Cette maison avait à percer un souterrain dans une roche dure, mélangée de grès et d'un peu d'argile, appelée macigno, ou pierre de Florence. M. Rod. Leschot qui connaissait les idées de son père sur la possibilité de percer des roches dures par des burins de diamant noir, lui écrivit en février 1862 pour le consulter sur les moyens de perforer des trous de mines par ce procédé. Ce fut à la suite de cette demande que M. G. Leschot imagina et fit exécuter, dans le premier semestre de 1862, la première perforatrice à diamant, telle qu'elle a été générale-

ment employée depuis lors dans ses parties les plus essentielles, c'est-à-dire celles qui sont destinées à perforer les roches dures en y découpant des trous de mines parfaitement réguliers et cylindriques, dont le diamètre peut varier à volonté depuis deux centimètres, jusqu'à vingt, ou plus, et dont la profondeur peut être poussée à plusieurs centaines de mètres.

L'outil perforateur inventé par M. Leschot se compose d'un cylindre creux en acier, épais de quelques millimètres, fixé à l'extrémité d'une tige rigide qui peut recevoir par un engrenage un mouvement rapide de rotation autour de son axe de figure, tandis que l'outil est poussé contre la roche à excaver, par une pression de quelques centaines de kilogrammes[1].

L'extrémité antérieure de ce cylindre est armée de menus fragments de diamants noirs fortement sertis dans l'acier et formant une couronne dont les saillies débordent un peu en dehors et en dedans du cylindre creux, de manière à donner de la liberté à l'outil et à le dégager de la rainure circulaire excavée [2].

[1] Cette pression que M. Leschot et Ch. Séchehaye ont reconnue et annoncée dès 1862, comme étant la plus favorable à ce mode de perforation avec des couronnes armées de 8 à 10 pointes en diamant, correspond à une pression moyenne de 3000 à 4000 kilogrammes par centimètre carré, ce sont donc ces Messieurs qui les premiers ont reconnu que ces pressions considérables étaient les plus convenables. C'est ce que des auteurs et des entrepreneurs, venus quelques années plus tard pour proposer, ou pour mettre en pratique, l'usage des pointes en acier, préférablement aux pointes en diamant, paraissent avoir ignoré.

[2] Pour les perforatrices destinées à percer des trous de 3 à 5 centimètres de diamètre, M. Leschot composait la couronne avec 8 à 10 menus fragments de diamant — pour fixer ces fragments d'environ 12 à 18 millimètres cubes de volume, on prépare au foret un petit trou dans l'acier, puis on l'agrandit au burin en imitant la

Un courant d'eau sous pression pénètre dans le creux de l'outil, chasse par l'extérieur les débris de la roche triturée et en même temps prévient l'échauffement de l'outil. Il va sans dire que dans des roches de dureté moyenne, les fragments de diamant peuvent être remplacés par des pointes en acier, et cette possibilité évidente à priori n'avait pas échappé à l'inventeur [1].

Dans cette opération de percement, il reste au centre du trou excavé, un noyau cylindrique solide, aussi régulier que s'il eût été fait au tour et dont il est facile de se débarrasser en le cassant en fragments.

M. G. Leschot, trop absorbé par ses occupations dans la maison d'horlogerie, communiqua ses idées à un constructeur genevois distingué, M. Ch. Séchehaye, élève de Pistor de Berlin et de Gambey de Paris, en le chargeant de préparer, d'après les principes indiqués de pression et de rotation, une première machine pour un essai provisoire.

Le 10 mars 1862, ces deux messieurs purent procé-

forme du fragment qui doit remplir environ les 3/4 de la cavité. — On sertit ensuite avec un mattoir.

[1] En juin et juillet 1857, lorsque je faisais des expériences de percement par l'air comprimé, au pied du Salève à Etrembières, Haute-Savoie, pour maintenir mon brevet sarde de percement des tunnels par l'air comprimé, j'ai fait à Genève dans l'atelier de M. Ch. Séchehaye, rue de l'Ile, et en partie avec son aide, des expériences sur le burinage de roches de diverses duretés, attaquées avec des crochets ou burins en acier trempé, et j'avais reconnu l'importance d'exercer une forte pression sur les burins pour obtenir une profondeur valable des sillons. — Une importante mission industrielle m'avait empêché de compléter ces essais. — La méthode que j'avais employée en 1857 pour cette étude, est la plus rationnelle et celle qui peut le mieux servir à déterminer pour des burins d'acier trempé, ou d'autres substances dures et tenaces, la pression la plus convenable pour le maximum d'effet utile.

der à un premier essai. La machine commandait l'avancement progressif de la couronne par un pas de vis trop grand, et pour y remédier, M. Séchehaye exécuta un second appareil dans lequel il imagina de régler à volonté l'avancement au moyen d'un mouvement de rotation différentiel imprimé à l'écrou dont le pas de vis faisait progresser la couronne. Par cette ingénieuse disposition, il devint facile de modifier la vitesse de progression, en variant les diamètres de la roue et du pignon, qui communiquaient à l'écrou un mouvement rotatif en arrière plus ou moins rapide, pour modifier l'avancement absolu de la vis et de l'outil perforateur.

Le 8 juin ce nouvel appareil fut essayé, et M. G. Leschot eut la satisfaction de voir son outil perforer dans du granit, en une heure vingt-cinq minutes, un trou de cinq centimètres de diamètre et de trente-sept centimètres de profondeur. Pour un essai provisoire, c'était un succès remarquable, et dès lors le procédé Leschot pouvait être considéré comme une invention d'une haute importance, pouvant s'appliquer à de nombreuses opérations industrielles. Le premier brevet fut pris en France par M. Leschot, le 19 juillet 1862.

Toute invention mécanique suppose à l'ordinaire une idée mère nouvelle, plus ou moins féconde, pour laquelle peuvent s'utiliser un grand nombre de procédés secondaires ou accessoires. destinés à faciliter sa mise en pratique, selon le but à accomplir.

C'est ainsi que la lampe d'Argand à mèche cylindrique, avec courant d'air à l'intérieur et tube aspirant qui l'active, a donné naissance à un nombre infini de modèles de lampes, variables de forme, se recommandant par quelques qualités utiles spéciales, mais qui conservent

toutes nécessairement le courant d'air central et le tube de verre, et qui restent sous ces diverses formes des lampes du système d'Argand, modifiées par Girard, Thilorier, Carcel, Wronski, etc.

Il en est de même pour les perforatrices Leschot, la base de son système est un cylindre creux, dont la tête est armée de fragments d'une substance plus tenace que la roche que l'on veut excaver. Le creusement s'opère par un mouvement rotatif rapide du cylindre autour de son axe de figure, tandis que l'outil perforateur est poussé par une pression intense contre la roche en percement. Pendant l'action, un courant d'eau pénètre sous pression dans la cavité intérieure du cylindre et ressort au dehors de sa circonférence en nettoyant la couronne des débris de la roche pulvérisée et empêchant le réchauffement des pointes ou burins.

Il est facile de voir d'après ces bases de l'invention Leschot, que la perforatrice de M. l'ingénieur A. Brandt, qui a été appliquée en 1878 au tunnel du Pfaffensprung, l'un des nombreux tunnels en hélice des abords du Saint-Gothard, et, depuis 1881, au percement de la partie occidentale du tunnel de l'Arlberg, n'est en réalité qu'une variante de la machine Leschot, les pièces en sont plus fortes et plus volumineuses que dans les essais faits en 1862 à Paris, et les pointes en diamant ont été remplacées par des pointes, ou saillies, en acier trempé très dur. La poussée contre la roche est produite par une pression hydraulique considérable, conformément aux principes étudiés par M. Brandt, postérieurement à 1870 et quelques années avant lui par l'habile géologue Dr F.-M. Stapff [1].

[1] Voir la discussion entre M. le Dr Stapff et M. A. Brandt, dans le journal *Eisenbahn* de Zurich, 12 avril et 7 juin 1879.

D'après ces principes les outils rotatifs destinés à forer les roches dures par des pointes d'acier, doivent presser la roche avec une puissance d'environ 3,000 kilos au moins, par centimètre carré, parce qu'alors les pointes d'acier sous l'influence nettoyante d'un courant d'eau, détachent la roche en menus fragments et s'usent peu, tandis que sous une pression plus faible, ces pointes détachent seulement de la poussière, usent la pierre plutôt que de la buriner et s'usent elles-mêmes assez rapidement.

Disons de nouveau que ces études et ces expériences de M. Brandt sont postérieures de plusieurs années aux constatations de MM. Leschot fils et Séchehaye, dans leurs très nombreuses expériences faites à Paris en présence d'une foule d'ingénieurs, avec les outils de M. G. Leschot. Si on considère que les huit pointes en diamant qui pénètrent dans le granit, ne doivent avoir en tout au maximum qu'un dixième ou un quinzième de centimètre carré de surface servant de burin et que la pression normalement employée dès le second semestre de 1862 était de 280 à 300 kilogrammes, on arrive à la conclusion que la pression par millimètre carré reconnue la plus convenable dans la perforatrice Leschot, est sensiblement la même par unité de surface que celle que recommandent MM. Stapff et Brandt, pour les pointes en acier trempé [1].

[1] Il se passe pendant ce burinage de deux corps inégalement durs, un fait assez complexe qui dépend de la ténacité et de la dureté. Un corps plus tenace que la pierre à excaver, mais moins dur peut-être, par exemple de l'acier contre du granit, pourra sous une pression considérable buriner le granit en s'usant peu, parce que les particules des deux corps s'attachent l'une à l'autre sous l'influence d'une puissante pression et que la moins tenace se brise par l'effet de leur mouvement relatif. C'est là il me semble l'explication des faits signalés par MM. Stapff et Brandt.

Quant à l'emploi de l'eau comme moteur de pression ou de rotation, MM. la Roche Tolay et Perret l'avaient expérimenté et mis en pratique avant que M. Brandt eût exposé son appareil perforateur. Autant on admire l'érudition remarquable des écrivains allemands, autant nous sommes en droit de critiquer l'inconcevable ignorance de publicistes d'outre Rhin, qui ont parlé des appareils perforateurs par rotation sous une haute pression, employés par M. l'ingénieur A. Brandt, plusieurs années après que les appareils perforateurs par rotation et forte pression de M. G. Leschot étaient généralement connus et employés.

Nous pourrions faire bien des observations semblables sur d'autres assertions d'auteurs allemands, et sur les comparaisons qu'ils ont voulu établir entre le percement du Saint-Gothard et celui de l'Arlberg.

Un auteur réputé, M. A. Riedler, dit dans un mémoire publié il y a six ans :

« Par sa machine à perforer, hydraulique et à rotation, l'ingénieur Brandt..... a créé un nouveau système de perforation mécanique des roches. »

« Rarement une machine *basée sur des principes entièrement nouveaux, comme celle-ci*, a été lancée dans le public et reconnue après les premiers essais comme étant construite d'une façon précise et rationnelle, » etc., etc.

D'autres auteurs allemands proclament que c'est au tunnel de l'Arlberg, qu'on a pour la première fois employé des compresseurs d'air *avec introduction d'eau dans l'intérieur des cylindres ;* la perforation de ce tunnel a commencé en 1881, or depuis 1873 tous les compresseurs d'air, sans exception, soit à Gœschenen, soit à Airolo, étaient pourvus d'appareils à injection d'eau pulvérisée, *à l'intérieur des cylindres,* et à toute époque, tous les ingé-

nieurs et entrepreneurs qui désiraient s'intéresser au tunnel de l'Arlberg ont été libéralement autorisés à visiter les ateliers et les chantiers du tunnel du St-Gothard, etc., etc.

M. Leschot après avoir pris des brevets en plusieurs pays d'Europe et aux États-Unis, laissa à son fils Rodolphe, secondé par M. Ch. Séchehaye, le soin de poursuivre les essais : ces deux derniers se rendirent à Paris où ils firent construire un mécanisme plus solide et plus complet pour faire des expériences publiques qui furent continuées depuis juillet jusqu'à fin décembre 1862 ; expériences auxquelles assistèrent un très grand nombre d'ingénieurs de divers pays [1] et dont les résultats furent jugés très remarquables.

Dans le calcaire on put avancer de deux mètres par heure et dans le granit de 15 à 20 millimètres par minute, ou de plus d'un mètre par heure, avec une puissance motrice qui ne dépassait pas celle de un ou deux forts manœuvres.

Depuis cette époque, les perforations industrielles par le système G. Leschot, ont été pratiquées dans une multitude de pays, mais très spécialement en Allemagne, en Angleterre et en Amérique.

Le colonel Beaumont, le même qui s'est occupé de l'exécution des tunnels commencés sous la Manche à Shakespeare cliff et à Sangatte, avait voulu monopoliser le système Leschot en Angleterre, en achetant des quantités considérables de diamant noir. Il avait essayé d'uti-

[1] Messieurs Mercier, Pauque, Charles, Borel, Laurent et Degousée, Tamisier, Klein, Lechatellier, Gruner, Burat, Comte-Sarazin, Aquétant, Salvetat, etc., et plusieurs ingénieurs étrangers. — Le 20 novembre 1862 ces expériences furent répétées devant un groupe nombreux d'élèves de l'Ecole centrale.

liser des rubis, des saphirs, l'agathe, l'onyx et le quartz pour les roches d'une dureté moyenne, mais à sa grande surprise, les résultats avaient été peu favorables et il en a conclu que la différence de dureté entre ces pierres et le diamant est beaucoup plus grande que celle généralement admise. On peut voir dans une note publiée dans le *Mining Journal*, du 17 octobre 1874, des détails sur divers travaux faits en Angleterre avec la perforatrice Leschot et notamment pour le creusement de puits dans le district de Darlington, jusqu'à 1264 pieds anglais et 1014 pieds, avec les prix variables selon l'approfondissement. Dans des puits creusés en 1874 et 1875 près de Rheinfelden, canton d'Argovie, pour des recherches de gisements de houille, on a été jusqu'à 1422 pieds anglais, dans un temps assez limité. M. Schmidtmann, l'entrepreneur, offrait de percer par le diamant, des trous de sonde jusqu'à 2300 pieds et plus de profondeur.

C'est surtout en Amérique qu'un nombre considérable de travaux importants ont été et sont encore exécutés par le système Leschot. Les innombrables puits à pétrole sont presque tous forés par le perforateur Leschot. Le fameux écueil de Hellgate à l'entrée du port de New-York a été entièrement fouillé en tous sens par les diamonds-drills en vue de sa destruction par la dynamite.

Si le diamant noir se retrouvait en abondance et reprenait son ancien prix de 1862, les applications des procédés Leschot se multiplieraient bien davantage.

Il s'en est fallu de peu que la perforatrice Leschot fût appelée à jouer un rôle utile au grand tunnel du Saint-Gothard.

En février 1872, après que M. Louis Favre, qui désirait concourir à son exécution, m'eût demandé d'être

l'ingénieur conseil de l'entreprise dans le cas où il deviendrait adjudicataire, nous eûmes de nombreux pourparlers sur le système de perforateurs qu'il conviendrait d'employer ; on savait déjà que ce tunnel rencontrerait des bancs de serpentine et d'autres roches très dures. M. L. Favre penchait pour utiliser les perforatrices à diamant. Il avait vu travailler les perforatrices Sommeiller et il s'effrayait de leur prix élevé et surtout de leur complication et des incessantes et coûteuses réparations qu'exigeait leur emploi [1]. Nous eûmes alors de nombreuses conférences avec Messieurs G. Leschot et Ch. Séchehaye. M. Leschot, chez qui la sincérité et le peu d'ambition étaient des traits caractéristiques, objectait le haut prix des diamants noirs, qui au lieu de quatre ou cinq francs le carat, prix de 1862, coûtaient alors 27 à à 28 francs, prix, disait-il, qui s'élèvera rapidement si on en fait une consommation plus considérable [2].

Cette opinion de l'inventeur et l'occasion que j'eus de faire l'essai au tunnel de Bellegarde, d'une nouvelle perforatrice américaine bien supérieure à celle qu'on avait

[1] Les perforatrices système Sommeiller ont été abandonnées depuis l'achèvement du tunnel du mont Cenis. En consentant à fournir une subvention de quarante millions pour la ligne du Gothard, le gouvernement italien avait exigé du Conseil Fédéral de se charger d'acheter l'ancien matériel du mont Cenis. Cette charge transportée à M. Ls. Favre, l'a forcé d'acheter quatre-vingt perforatrices *Sommeiller*, dont aucune n'a pu être utilisée. — Offertes en vente à prix très réduit, M. Favre n'a pu en placer une seule et il a fallu les dépecer pour en utiliser le bronze et l'acier.

[2] En 1843 on vendait de beaux échantillons de carbonado à un ou deux francs le carat, en 1884 ces mêmes échantillons valent de 80 à 100 fr. On estime la consommation annuelle en Suisse à environ dix mille carats. Un des principaux usages est le travail des pierres précieuses.

employée au Fréjus, décidèrent M. Favre à renoncer momentanément à de nouvelles tentatives par les procédés Leschot.

Lorsqu'en juillet 1872, six sociétés concurrentes se présentaient pour demander la concession à forfait de l'entreprise, l'une de ces sociétés déclarait qu'elle emploierait tout spécialement la perforation par les machines rotatives à diamant. Le colonel Beaumont, devenu célèbre depuis par ses travaux d'excavation sous la Manche, était un des chefs de cette société concurrente et au dernier moment, peu avant l'adjudication, il se retira du concours.

M. Leschot père n'a pas réalisé les avantages pécuniaires que semblait promettre sa remarquable invention, trop absorbé par des travaux en horlogerie, il avait transmis à M. Rodolphe Leschot l'exploitation de ses brevets ; après la mort de son fils, en 1875 il abandonna cette poursuite et laissa d'avides exploiteurs user de ses procédés, sans essayer de les attaquer en contrefaçon et d'en exiger des indemnités. Les querelles et les procès étaient antipathiques à cette nature généreuse et bienveillante.

Je n'ai pu esquisser que quelques traits principaux de cette longue et remarquable carrière. M. Leschot était universellement connu et aimé de tous ses collègues. Il communiquait facilement à ceux qui pouvaient en avoir besoin, les fruits de son génie inventif, de sa profonde perspicacité et de sa longue expérience.

Il avait une véritable affection pour la Société des Arts, dont il était membre depuis l'année 1851 et les membres de la Classe d'industrie se rappellent son assiduité aux séances, même à l'époque où sa santé était déjà profondément altérée.

Bon et simple de cœur, les progrès de la science mécanique et les affections de famille étaient les bases de ses meilleures jouissances, sa modestie était à la hauteur de ses éminentes qualités et de son génie inventif.

En 1876, la Société des Arts de Genève a consenti à la suite de ma demande motivée et à l'occasion du centenaire de sa fondation à décerner une médaille d'or de 500 francs à M. G. Leschot, pour son invention de la perforatrice à diamant.

Ne doit-on pas regretter que cette remarquable invention qui a procuré d'énormes économies à de nombreux entrepreneurs de sondages, de puits et d'autres travaux, n'ait donné aucun bénéfice à la famille de l'inventeur!

En terminant cette notice bien abrégée, je suis heureux de pouvoir annoncer que M. le professeur Thury, qui fut un des amis intimes de M. G. Leschot et qui, par ses goûts, ses aptitudes, ses profondes connaissances dans plusieurs branches de l'horlogerie, est si bien qualifié pour parler avec autorité des travaux et des inventions de M. G. Leschot, a l'intention de publier une notice biographique détaillée sur l'éminent artiste dont nous annonçons la perte récente et dont nous n'avons pu rappeler que très sommairement les principales inventions.

Remarquons encore en passant un singulier rapprochement de dates, de pays, et d'injustices des compagnies!

En 1852, M. Colladon de Genève, après de coûteuses expériences, présente ses procédés pour le percement des longs tunnels au gouvernement Sarde, qui en reconnaît la haute importance, mais qui tolère que les droits de brevets de l'inventeur soient méconnus par les représentants de ce même gouvernement.

En 1862, M. G. Leschot de Genève, invente la perforation des roches par le diamant. Pendant six mois

d'expériences publiques à Paris, l'importance de son invention est démontrée par un incontestable succès, mais on exploite ses procédés sans bénéfice pour l'inventeur.

Enfin en 1872, l'entrepreneur genevois Louis Favre, devient entrepreneur à forfait du grand tunnel du Saint-Gothard. Il obtient un succès universellement admiré, mais il meurt dans ce tunnel peu avant le percement complet, et la Compagnie dont les données inexactes lui ont occasionné d'énormes préjudices, à laquelle il a fait économiser quinze millions, qu'il a sauvée d'une liquidation en poursuivant énergiquement son tunnel, pendant qu'elle restait dix-huit mois inactive, n'a pas de plus grande préoccupation, après son décès, que de s'emparer des millions de son cautionnement en ruinant à fond sa famille.

Légende pour le perforateur de M. G. Leschot (Pl. II).

Brevet de 1862.

a Tube creux de fer ou d'acier.
a' Vis terminant le tube *a* et faisant avancer de droite à gauche au moyen de l'écrou *p*.
b Bague ou couronne d'acier, armée de pointes en diamant fixée à l'extrémité de *a*.
c Fragments de diamant sertis dans la couronne *b*.
d et e Coussinets pour maintenir le tube *a*.
f et g Roues imprimant au tube *a* un mouvement de rotation continu.
h, j, m Roues imprimant un mouvement d'avancement longitudinal.
p Ecrou.
x Douille mobile sur laquelle se fixe l'appareil.
y Montant vertical sur lequel la douille peut se mouvoir librement.
i, i, i Boulons permettant d'incliner l'appareil de 0 à 180°.
z Poulie pour transmettre le mouvement.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

MAX. WITTEMBERG et V. MEYER. BENZIL. (*Berichte*, XVI, p. 500, Zurich.)

On donne généralement au benzil la formule

$$\begin{array}{l} C_6H_5 - CO \\ \qquad\quad | \\ C_6H_5 - CO \end{array}$$

on pouvait espérer obtenir

$$\begin{array}{l} C_6H_4 - CO \\ \ | \qquad\quad | \\ C_6H_4 - CO \end{array}$$

la phénanthrènequinone en faisant passer ses vapeurs sur de l'oxyde de plomb porté au rouge; l'expérience a montré que ce n'était pas le cas et qu'il se formait de la benzophénone; il faut ajouter que la phénanthrène-quinone traitée de même donne aussi de la benzo-phénone; on ne peut donc rien en conclure quant à la formule rationnelle du benzil.

L'hydroxylamine agit sur le benzil et l'on obtient de petites feuilles blanches fusibles à 130°-131° qui ont pour formule C_6H_5 CNOH.CO.C_6H_5. Cette réaction exclut, suivant les recherches précédentes de Meyer et de ses élèves, pour le benzil soit la formule $C_6H_5 - CO - CO - C_6H_5$ soit la formule

$$\begin{array}{c} O \\ / \ \backslash \\ C_6H_5\, C - C - C_6H_5 \\ \backslash \ / \\ O \end{array}$$

En effet on ne peut pas dire que la réaction de l'hydroxylamine n'a peut-être pas lieu pour la série de la benzoïne de la même manière que pour d'autres substances, car la benzoïne elle-même traitée par l'hydroxylamine donne la benzoïnoxyme prismes fusibles vers 151°; ni que la réaction n'a pas lieu lorsque 2 groupes $C = O$ se trouvent à côté l'un

de l'autre dans une molécule car le glyoxal qui a pour constitution

$$\begin{array}{l} \;\;H \\ \;/ \\ C=O \\ | \\ C=O \\ \;\backslash \\ \;\;H \end{array} \quad \text{donne avec } 2\,NH_2OH \quad \begin{array}{l} \;\;H \\ \;/ \\ C=N-OH \\ | \\ C=N-OH \\ \;\backslash \\ \;\;H \end{array}$$

la glyoxine formant des tables rhombiques fusibles vers 178°, soluble dans l'eau avec réaction acide; un sel d'argent de la formule $C_2N_2O_2H_3Ag$ a été analysé.

V. Meyer et Ad. Muller. Constitution de l'acide nitrosomalonique. (*Berichte*, XVI, p. 608. Zurich.)

L'acide nitrosomalonique s'obtient en traitant l'acide mesoxalique par l'hydroxylamine; il a pour formule

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ CNOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

et fond vers 126°, sa dissolution dans l'eau chauffée se décompose en $2\,CO_2 + CNH + H_2O$; cette synthèse prouve aussi la constitution de l'acide benzylnitrosomalonique de Conrad, qui doit avoir la constitution

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ C=N-O-C_7H_7 \\ | \\ COOH \end{array}$$

en effet par réduction on obtient de l'iodure de benzyle.

Ce travail prouve de nouveau que toutes les fois que l'acide nitreux agit sur un groupe CH_2 il se forme des corps isonitrosés, de même si l'acide agit sur un groupe CH combiné avec un radical facilement éliminable, comme un carboxyle, mais si au contraire l'acide nitreux agit sur un groupe CH qui ne soit pas lui-même combiné avec un radical facilement éliminable, alors on obtient un corps nitrosé renfermant le groupe $C-NO$ au lieu de $C=N-OH$.

Fr. Pfaff. Réduction des produits de substitution des phénols. (*Berichte*, XVI, p. 611. Zurich.)

Knecht a remarqué que l'orcine ne donne pas de phtaleine, tandis que son isomère la résorcine en donne une, d'où l'hypothèse qu'il a émise que le reste phtalique devait occuper la place méta par rapport aux deux hydroxyles. Pour vérifier cette hypothèse l'auteur a préparé le monobromméta-phénol; ce sont des aiguilles jaunes fusibles vers 110° et sublimables, qu'il voulait réduire puis transformer en phénol.

$$C_6H_3 \begin{cases} NO_2 & 1 \\ OH & 3 \\ Br & \end{cases} \qquad C_6H_3 \begin{cases} NH_2 \\ OH \\ Br \end{cases} \qquad C_6H_3 \begin{cases} OH & 1 \\ OH & 3 \\ Br & \end{cases}$$

Mais la réduction ne se fait pas dans ce sens, et soit qu'on la fasse au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique, soit au moyen du chlorure d'étain, le brôme est éliminé, et l'on obtient dans les deux cas de l'amidophénol; de même si l'on tente la réduction sur l'éther méthylique du bromométa-phénol, aiguilles fusibles à 103°-104°, le résultat est le même, le brôme est éliminé et l'on obtient une métaanisidine

$$C_6H_4 \begin{cases} NH_2 \\ OCH_3 \end{cases}$$

Pfaff a préparé la nitroxylidine, et par le nitrite de soude, le nitroxylénol; ce sont des aiguilles fusibles à 95°.

J. Petraczeck. Aldoximes. (*Berichte*, XVI, p. 823. Zurich.)

La benzaldoxime $C_6H_5—C \begin{cases} H \\ NOH \end{cases}$ est une huile qui bout vers 220° en se décomposant partiellement en acide benzoïque et benzamide; elle forme un sel de soude qui cristallise avec une molécule d'eau, et forme aussi un sel avec l'acide chlorhydrique. L'éther méthylique de la benzaldoxime

est une huile qui bout vers 191°, et qui, traitée par l'acide chlorhydrique, donne la benzaldéhyde et de la méthylhydroxylamine. L'éther éthylique bout vers 208°, l'éther propylique vers 225°, l'éther isobutyrique vers 238°; l'éther allylique a aussi été préparé et possède l'odeur de l'alcool allylique.

L'isoamylaldoxime obtenue par l'isoamylaldéhyde est une huile qui bout vers 160°; par contre l'hydroxylamine n'agit pas sur la paraldéhyde ni sur la métaldéhyde.

G. LUNGE et SMITH. POIDS SPÉCIFIQUE DES DISSOLUTIONS D'AMMONIAQUE ET DE CARBONATE D'AMMONIAQUE. (*Chem. Ind.*, 1883, p. 2; *Berichte*, XVI, p. 777. Zurich.)

Tableaux des poids spécifiques de ces dissolutions à 14°C. N'est pas susceptible d'être extrait.

M. CERESOLE. ÉTHERS DE L'ISONITROSOACÉTONE. (*Berichte*, XVI, p. 833. Zurich.)

On obtient l'éther méthylique de l'isonitrosoacétone, en chauffant cette acétone avec de l'alcool absolu, du sodium et du iodure de méthyle; il bout vers 115°, il est un peu soluble dans l'eau, et cette dissolution traitée par le chlorure de fer donne une coloration brun-rouge intense. L'éther éthylique bout vers 130°.

L'éther méthylique de l'isonitrosométhylacétone

$$CH_3 - CO - \overset{\diagup CH_3}{C} = N - O - CH_3$$

obtenu d'une manière analogue, bout vers 125°.

L'éther benzylique de la benzylisonitrosoacétone est une huile épaisse qui ne cristallise pas à —15°.

C. Schramm, constatant dernièrement (*Archives*, X, p. 667) que les homologues de l'isonitrosoacétone ne forment pas de sels, admettait que le métal devait être combiné au carbone

et non à l'oxygène du groupe nitrosé, dans le sel d'argent, par exemple de l'isonitrosoacétone.

$$CH_3 - CO - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NOH \\ \diagdown Ag \end{matrix}$$

Ceresole cependant a obtenu des sels d'argent des homologues, sels qui doivent avoir la constitution

$$CH_3 - CO - C \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup NOAg \\ \diagdown R \end{matrix}$$

en dissolvant un excès de l'acétone dans de la potasse à chaud puis filtrant à froid et précipitant par le nitrate d'argent. Le sel obtenu est soluble dans l'alcool, mais il se décompose rapidement et ne peut être analysé.

G. Lunge et P. Næf. Chlorure de chaux et composés analogues. (*Berichte*, XVI, p. 840, Zurich.)

Ce travail est une discussion sur la nature du chlorure de chaux, et sur la formule à adopter pour le principe actif de ce corps; les auteurs admettent l'existence de Cl — Ca — OCl et ont obtenu avec la strontiane et la baryte des substances analogues, tandis que le lithium, métal monoatomique, donne une substance très différente, sur laquelle l'acide carbonique est sans action.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 18 janvier 1884.

M. le prof. C. Cellérier, président sortant de charge, donne lecture de son rapport sur la marche de la Société pendant l'année 1883.

M. H. Fol fait part à la Société, à propos de la pleuropneumonie qui règne en ce moment dans l'étable de M. Haccius à Lancy, des faits actuellement connus sur cette maladie. Elle paraît être due à un micrococque dont MM. D'Espine et Fol ont constaté la présence dans le poumon, le sang, la rate, les muscles des bêtes malades. Cette épizootie peut être combattue par des vaccinations préventives, qu'on pratique en grand dans la Belgique et le nord de la France ou par l'abattage tel qu'il est adopté en Suisse. Le microbe n'a pu être inoculé encore à aucun animal autre que les races bovines; il est en particulier tout à fait inoffensif pour l'homme. La chair des bêtes abattues, quoique remplie de ces microbes, ne peut donc présenter aucun danger pour la salubrité publique.

Séance du 7 février.

M. Louis Micheli développe à la Société son projet relatif à la transmission dans les campagnes des prévisions du temps en vue des renseignements très utiles à fournir de cette

façon aux agriculteurs. Il expose surtout ses idées sur l'avantage qu'il y aurait à installer des observations météorologiques sur toute l'étendue du canton de Genève, afin d'augmenter la probabilité des prévisions qui nous arrivent du dehors.

Il s'engage sur ce point une discussion qui, par sa nature plutôt pratique sortirait des limites de ce compte rendu.

M. Raoul Pictet annonce qu'il a soumis un grand nombre d'espèces différentes de germes végétaux et animaux, le microbe du charbon, celui de la pleuropneumonie, des ferments, des vaccins, des bactéries de différentes espèces, etc..., à l'action d'un froid de — 70° pendant trois jours suivi d'un froid de — 120° à — 130° pendant 36 heures. Pour cela il a enfermé ces corps dans un appareil contenant une quantité considérable d'acide carbonique solide. Il informera ultérieurement la Société de l'action produite par ce grand froid prolongé.

M. H. Fol rend compte des résultats des travaux récents de MM. A. Brass et Fraisse sur le rôle que joue la chromatine dans les phénomènes de partage des cellules. Cette substance n'est pas constante; elle manque dans des éléments cellulaires affamés pendant un certain temps. Elle ne paraît donc pas jouer d'autre rôle que celui de provision de nourriture. Ses propriétés tinctoriales ne sont point une preuve d'importance physiologique. Le rôle actif dans ces phénomènes revient au contraire aux filaments protoplasmiques qui ne prennent pas la coloration artificielle. M. Fol a pu constater directement les mouvements de ces filaments achromatiques pendant le fractionnement des œufs d'oursin, dans des expériences faites le printemps dernier à la station zoologique de Naples.

Séance du 21 février.

M. de Candolle dit que depuis longtemps les agriculteurs et les naturalistes cherchent à employer les sommes de température, plutôt que les moyennes mensuelles ou annuelles, pour se rendre compte des faits de végétation. Lui-même en a fait un grand usage dans sa *Géographie botanique*, en

1855. Il fit alors remarquer qu'en retranchant les températures négatives on commet une grande erreur, puisque la végétation reprend à chaque instant de température favorable au-dessus de 0, et qu'une température moyenne de —3° ou —10°, par exemple, peut ainsi avoir donné lieu à quelques développements des végétaux dans des intervalles de chaleur. D'ailleurs, une plante qui a végété ne rentre pas en elle-même quand le thermomètre tombe au-dessous de 0°; elle est seulement stationnaire. Il faudrait au moins tenir les degrés négatifs pour nuls, au lieu de les retrancher de ceux qui profitent à la plante, ce qui est leur donner une valeur double.

Les physiologistes de laboratoire n'usent pas de la méthode approximative des sommes, parce qu'ils sont maîtres de donner la température qu'ils veulent et de juger ainsi des effets de la chaleur sur chaque phase de la vie d'une plante. Mais les agronomes, les horticulteurs et les naturalistes qui s'occupent de géographie botanique sont obligés de considérer les températures comme elles se succèdent dans une localité, avec toutes les complications amenées par les circonstances. C'est pour cela qu'ils demandent les sommes au-dessus de tel ou tel degré considéré comme point initial d'activité d'une espèce. Les directeurs d'observatoires n'ont jamais voulu en tenir compte jusqu'à présent. Il est certain qu'ils ne doivent pas abandonner les moyennes qui sont nécessaires pour comparer les températures de mois en mois et d'année en année, mais ils auraient pu donner accessoirement les sommes, au lieu de laisser chaque naturaliste ou agronome les déduire comme il peut.

Après 25 ou 30 ans de plaintes à cet égard, un observatoire météorologique vient enfin de publier des sommes de température. Voici en effet la circulaire adressée par le Conseil météorologique du gouvernement anglais :

Meteorological office, 116, Victoria street.
Londres, 16 février 1884.

M

Je suis chargé par le Conseil météorologique de vous envoyer un exemplaire d'une nouvelle forme de rapports

hebdomadaires, dans laquelle nous avons essayé de mettre à exécution l'idée de M. de Candolle de donner des sommes de température en regard d'autres données statistiques agricoles.

Le Conseil serait heureux de recevoir les observations que vous auriez à faire sur ce rapport. En même temps, nous vous envoyons une publication du général Strachey, président du Conseil météorologique, sur les températures cumulées auxquelles il est fait allusion dans le rapport.

Je suis, etc. Robert-H. Scott, *secrétaire.*

Le mémoire du général Strachey (in-4° de 33 pages) est intitulé : *On the computation*, etc.... Sur la manière de calculer la quantité de chaleur en excès sur une base déterminée de température reçue dans une localité quelconque pendant le cours de l'année, pour servir à des comparaisons avec les progrès de la végétation

Après avoir exposé les motifs de cette recherche, l'honorable auteur propose d'admettre une certaine unité basée sur un degré Fahrenheit pendant la durée de temps que l'on veut considérer. Ce serait un *degré-heure* (hour-degree) ou un *degré-jour* (day-degree) suivant qu'on envisage des températures horaires ou de jours successifs. Les chiffres exprimant ces unités sont les valeurs utiles de température au-dessus d'une base déterminée, telle que 42° F., 50°, etc. L'auteur donne des formules, dont les coefficients résultent des observations photographiques faites à Kew pendant une longue série d'années. Il indique, comme conclusion, des procédés simples pour convertir des moyennes diurnes ou mensuelles ou autres en degrés-heure ou degrés-jour, avec une approximation suffisante pour les besoins agricoles.

Les directeurs d'observatoires ne peuvent pas négliger cette tentative. Ils sont tenus, s'ils veulent marcher avec la science, de lire avec soin le mémoire, d'améliorer la méthode s'ils le peuvent, et de l'employer, en transformant les degrés Fahrenheit en centigrades dans les pays qui ne sont ni l'Angleterre ni les États-Unis.

Le bureau central anglais publie déjà chaque semaine les *degrés-jour*. au-dessus de 42° F. (5°,56 C.). Cette base a été admise parce que, dit le rapport, c'est à peu près 6° C. qui

est le minimum au-dessus duquel commence, selon les naturalistes du continent, la chaleur productive pour la plupart des espèces agricoles cultivées en Europe, et que d'ailleurs c'est presque 10° F. au-dessus du point de congélation de l'eau.

Pour la semaine finissant le 28 janvier 1884, il y a eu dans les stations du nord de l'Écosse 0 degrés-jour et depuis le commencement de l'année 40 de ces degrés au-dessus de 42° F. Pour les stations du midi de l'Angleterre, les chiffres ont été dans la semaine 25 degrés-jour et depuis le 1er janvier 90.

Évidemment les agriculteurs, en comparant de semaine en semaine les sommes de température et en tenant compte des moyennes dans les années antérieures, sauront très bien si leurs récoltes avancent ou sont en retard. Outre les considérations scientifiques faciles à deviner, il y aura des conséquences pratiques d'un grand intérêt, par exemple pour l'estimation de la quantité et de la valeur probable des denrées agricoles.

M. H. Fol rend compte des travaux récents de MM. Metschnikof, Wiedersheim et autres sur les cellules dites phagocytes qui, quoique appartenant aux tissus des vertébrés, ont la faculté de happer au passage et de digérer dans leur intérieur des corpuscules solides. Ce ne sont pas seulement les cellules entodermales de la muqueuse de l'intestin qui ont cette propriété, mais encore celles du mésoderme. Ce fait expliquerait la disparition rapide des bactéries répandues à profusion dans le sang pendant un accès de typhus récurrent par exemple.

M. Schiff rappelle qu'il a observé depuis longtemps des faits analogues, mais relatifs seulement aux cellules entodermales. Chez des hommes suppliciés il vit comment ces cellules introduisaient directement dans leur intérieur les globules de graisse du contenu intestinal.

M. le prof. J.-L. Soret a fait des observations au prisme de Nicol pendant les remarquables couchers de soleil des mois de décembre et de janvier dernier. En examinant les

parties sereines du ciel présentant une couleur verte, dans une direction formant un angle de 90° avec celle du soleil, angle sous lequel la lumière du firmament est généralement polarisée, il a constaté qu'en tournant le Nicol dans la position du maximum d'extinction, la couleur verte disparaissait et se changeait en une teinte dans laquelle prédominait le jaune ou l'orangé. Il semble résulter de là que la coloration verte est due à un mélange de lumière bleue, qui n'est autre que la lumière bleue du ciel, laquelle est polarisée, comme on le sait, avec de la lumière jaune au orangée, diffusée par les poussières relativement grossières ou les vésicules aqueuses flottant dans les couches inférieures de l'atmosphère et éclairées par le couchant. Dans des directions s'écartant de l'angle droit avec le soleil, l'origine de la couleur verte, qui se manifestait souvent, serait encore la même. seulement elle ne peut plus être constatée à l'aide du Nicol, la lumière bleue n'étant pas polarisée.

M. le professeur J.-L. Soret a observé pendant le mois de janvier deux cas de grande transparence de l'air précédant des chutes de pluie, qui lui paraissent confirmer la théorie qu'il a exposée dans la séance du 3 janvier.

Le 11 janvier dans l'après-midi, après quelques jours de beau temps sans transparence remarquable, la limpidité de l'atmosphère est devenue subitement très grande à Genève par un vent du S.-O. ; les montagnes semblaient rapprochées et l'apparence du ciel au coucher du soleil indiquait une grande pureté atmosphérique. Le temps s'est couvert vers 8 heures du soir et il a plu dans la nuit — L'examen des bulletins météorologiques internationaux montre que deux ou trois jours auparavant, particulièrement du 8 au 9 janvier, les pluies ont été très générales sur toutes les côtes de l'Océan, de Rochefort à Biarritz, au Puy-de-Dôme, dans les Pyrénées et dans le nord de l'Italie. D'après la direction des vents, on peut supposer que les masses d'air épurées par ces chutes d'eau se sont transportées d'abord du côté du sud de la France (vent du N.-O. on France et du N.-E. en Italie le 9, vents indécis le 10), pour se diriger ensuite vers le N.-E. sous l'influence des vents du S.-O. qui ont soufflé le 11.

En supposant que Bordeaux ou Biarritz fût le point de départ des masses d'air lavées par la pluie, elles auraient atteint Genève au bout de 50 heures avec une vitesse moyenne de 4 à 5 mètres par seconde. — Pour qu'il fût bien démontré que l'explication proposée est exacte, il faudrait que des observations dans des localités intermédiaires eussent permis de constater que ce phénomène de la transparence de l'air s'est successivement propagé. Outre l'intérêt de pareilles observations pour le sujet spécial dont il est ici question, elles auraient l'avantage de fournir des indications sur la marche générale des masses d'air rendues pour ainsi dire reconnaissables par leur caractère de limpidité.

Le second cas observé est celui du 26 janvier, veille de la tempête qui a sévi sur une grande partie de l'Europe. Une pureté atmosphérique assez prononcée s'est manifestée dans l'après-midi à Genève; l'air avait l'odeur de pluie. De fortes averses accompagnées d'un vent violent ont commencé le 27 au matin. Les bulletins météorologiques constatent que le 25 il a plu sur toutes les côtes françaises de l'Océan, le temps était encore beau dans le centre de la France, et que dans la journée du 26 les pluies se sont généralisées. Il semble donc évident que les masses d'air dont la transparence a été observée à Genève le 26 devaient précédemment avoir été épurées par des chutes d'eau.

M. C. de Candolle communique les premiers résultats d'une expérience entreprise récemment à la demande et sous la direction de M. Raoul Pictet dans le but de soumettre des graines ainsi que d'autres germes de diverse nature, à l'action d'un froid intense pendant un temps beaucoup plus prolongé qu'on ne l'avait fait jusqu'ici [1].

Les graines choisies par M. C. de Candolle appartenaient aux espèces suivantes :

Pisum sativum (petits pois), *Phaseolus vulgaris* (haricot), *Sinapis alba* (moutarde), *Fœniculum officinale* (fenouil), *Gloxinia hybrida*, *Begonia semperflorens*, *Vigandia Caracasana*, *Musa paradisiaca*.

[1] Voir à la séance précédente, ci-dessus p. 320.

Ces graines sèches, mais n'ayant pourtant subi aucune dessication spéciale, étaient renfermées dans des tubes de verre scellés à la lampe, et ont été maintenues pendant quatre jours de suite, sans interruption, à une température inférieure à 100° centigrades au-dessous de zéro, entretenue par l'évaporation de l'acide carbonique solide, dont une épaisse couche constamment renouvelée enveloppait les tubes.

Aussitôt après l'expérience, ces graines ont été semées côte à côte avec d'autres des mêmes espèces qui n'avaient pas été refroidies et servaient de témoins. Or il se trouve que celles des quatre premières espèces susmentionnées ont levé abondamment, sans qu'il se soit manifesté aucun retard dans la germination des graines refroidies relativement aux autres. Le nombre des plantules obtenues a aussi été en moyenne le même pour les deux catégories dans les divers semis comparatifs qui en ont été faits à plusieurs reprises.

Quant aux quatre autres espèces de Gloxinia, Begonia, Vigandia et Musa, elles n'ont encore fourni aucun cas de germination, ni parmi celles qui ont été refroidies, ni chez leurs témoins, en sorte qu'on ne saurait encore rien affirmer relativement à la résistance des graines de ces plantes de serre chaude. Mais on voit que les premiers résultats confirment pleinement ceux obtenus antérieurement soit par M. Wartmann [1] soit par MM. Raoul Pictet et C. de Candolle [2] dans des expériences de moindre durée.

Comme il a été soutenu, dans ces derniers temps, que la vie latente des graines consiste en un rallentissement plutôt qu'en un arrêt complet des phénomènes vitaux, il n'était pas certain, à priori, qu'un refroidissement très prolongé n'aurait pas plus d'influence qu'un froid de courte durée.

N'ayant pas encore reçu le complément des observations faites avec les divers microbes soumis à l'action prolongée des basses températures, M. R. Pictet fera paraître ultérieurement un mémoire relatant d'une manière détaillée toute la marche des opérations et l'ensemble des résultats obtenus.

[1] *Archives des sc.* 1860, t. VIII, p. 277, et 1881, t. V, p. 339.
[2] *Archives des sc.* 1879, t. II, p. 629.

M. H. Fol ajoute qu'il a profité de l'offre obligeante de M. Pictet et placé dans l'appareil frigorifique des tubes contenant des lichens, de la terre, de la poussière de rigoles, etc., recueillis pendant un jour d'hiver et soigneusement desséchés. Les tubes ont été ouverts avec les précautions voulues et leur contenu versé dans des ballons stérilisés, mouillé d'eau boullie et abandonné à lui-même. Il s'y est développé des moisissures, des algues, des amibes terricoles, deux espèces d'infusoires et une espèce de rotifères. M. Fol n'a pas examiné l'effet du froid de 120° sur les microbes, parce que M. Fritsch a fait cette expérience et a montré que cette température ne diminuait en rien la virulence de la bactérie charbonneuse. Il est vrai que, comme M. Fol, il a soigneusement desséché les germes avant de les mettre à la glacière. A l'état humide ils se seraient sans doute montrés beaucoup moins résistants.

Commission pour l'étude de la transparence et de la couleur des eaux du Lac[1]. — MM. J-L. Soret et Edouard Sarasin rendent compte à la Société de quelques expériences préliminaires qu'ils ont été chargés de faire en vue des recherches de la commission sur la couleur et l'absorption de l'eau du lac et plus spécialement sur l'analyse spectrale des radiations transmises par l'eau. Ces premiers essais les ont conduits dès le début à un résultat nouveau relativement au spectre d'absorption de l'eau.

Ayant disposé entre le spectroscope et la source lumineuse qui était tantôt une lampe à gaz, tantôt la lumière solaire réfléchie par un heliostat, des tubes de verre pleins d'eau, fermés à leurs deux extrémités par des lames de verre planes, ils ont observé les modifications que subit le spectre de la lumière transmise. Lorsque l'épaisseur de la couche

[1] Dans sa séance du 4 octobre 1883, la *Société de physique et d'histoire naturelle* a institué une commission de neuf membres pour l'étude de la transparence et de la couleur des eaux du lac de Genève, ainsi que des diverses questions qui s'y rapportent. Cette commission est composée de MM. Phil. Plantamour, J.-L. Soret, C. de Candolle, Lucien de la Rive, H. Fol, Ed. Sarasin, R. Pictet, A. Rillet et C. Soret.

d'eau traversée fut arrivée à être égale à deux mètres environ, ils virent apparaître dans l'orangé une bande obscure, étroite mais pâle. Cette bande est située au cinquième environ de l'intervalle des raies de Frauenhofer D et C. plus près de D, et correspond à peu près à la longueur d'onde 600 Sous une plus grande épaisseur d'eau, quatre ou huit mètres par exemple, l'effet reste le même, mais la bande devient plus obscure, sans cependant devenir tout à fait noire, et le spectre se rétrécit dans la partie la moins réfrangible par l'absorption des rayons rouges extrêmes.

Des expériences de contrôle ont montré que le fait observé ne tient point à l'effet des parois des tubes ou des plaques de verre qui les ferment. Cette réaction spectrale ne dépend point non plus de la provenance et de la nature de l'eau. Elle a été produite non seulement par de l'eau naturelle du Rhône ou de l'Arve, mais aussi par de l'eau distillée avec le plus grand soin qui ne pouvait plus guère contenir en fait d'impuretés que des traces infinitésimales de gaz dissous ou de silice provenant des vases de verre. On peut donc admettre qu'il s'agit bien là de l'effet d'une absorption élective de l'eau, laquelle sans doute n'avait pas encore été constatée, parce que l'eau n'avait pas été observée sous une épaisseur convenable, mais plutôt sous des épaisseurs trop grandes produisant l'absorption totale des parties rouges et orangées. C'est bien là le cas dans la grotte de Capri où M. H.-C. Vogel a observé le spectre de l'eau. MM. Soret et Sarasin n'ont pas vu apparaître, dans leurs expériences, la bande signalée par ce savant entre E et *b*, laquelle par conséquent appartient probablement à quelqu'une des substances dissoutes dans l'eau de mer.

Séance du 6 mars.

M. J.-L. Soret donne lecture de son mémoire sur la couleur de l'eau [1].

M. M. Bedot communique quelques-uns des résultats qu'il a obtenus dans ses recherches sur les Velelles. Il montre de

[1] Voir plus haut page 276.

quelle manière la crête des Rataires se transforme et devient le limbe de la crête des Velelles adultes. La crête du pneumatocyste est formée de deux lames chitineuses accolées l'une contre l'autre. Lorsqu'on examine de jeunes Velelles, on voit que ces deux lames ne sont pas encore soudées. Sur des coupes transversales elles présentent l'aspect d'un V renversé. Elles prennent naissance sous la forme d'un repli de la partie supérieure du pneumatocyste.

Le foie des Velelles présente une structure assez compliquée. On rencontre à sa partie supérieure ou convexe une couche simple de cellules qui est en contact immédiat avec le pneumatocyste. Au-dessous se trouve une lamelle ne présentant pas de structure cellulaire. Les canaux du foie sont pressés contre cette lamelle et forment une sorte de toit qui recouvre une masse volumineuse de cnidoblastes. Cette dernière offre une importance assez grande, car elle montre que la majeure partie de ce prétendu foie ne remplit pas de fonctions hépatiques. Au-dessous de la masse de cnidoblastes, on rencontre encore quelques canaux qui ne sont pas serrés les uns contre les autres, comme ceux de la partie supérieure, et qui en diffèrent, en outre, par l'absence de pigment. Ils sont accolés contre une lamelle anhiste semblable à celle qui se trouve au-dessus du foie, et que recouvre, à l'extérieur, un ectoderme renfermant de nombreux nématocystes. Les canaux qui se trouvent à la partie convexe du foie, sont revêtus d'une gaine homogène, à l'intérieur de laquelle se trouve une couche de cellules rondes. Parmi ces cellules, on voit une quantité énorme de corpuscules brunâtres. Cependant, ils font presque toujours défaut dans la partie des canaux qui touche la lamelle anhiste. Les canaux traversent la masse de cnidoblastes pour aller se réunir à ceux qui se trouvent à la partie inférieure du foie, ou au gastérozoïde central.

Le système vasculaire compliqué qui parcourt les parois du pneumatophore et le limbe des Velelles adultes, se forme d'une manière très simple. Du sommet de la crête des Rataires partent des canaux droits, qui se réunissent au canal marginal du limbe. Ils se bifurquent à une petite distance de leur embouchure et, à partir de ce point, présentent un

revêtement pigmentaire de leurs parois, semblable à celui du canal marginal. Dans le cours de leur développement, ces canaux deviennent sinueux et fournissent, sur leurs côtés, une quantité de cœcums arborescents, qui s'anastomosent avec ceux des canaux voisins, et finissent par prendre l'aspect compliqué que l'on observe chez l'adulte.

M. Charles Soret présente une étude critique sur la théorie du pouvoir rotatoire naturel.

L'activité optique étant étroitement liée à l'hémiédrie non superposable, on ne peut considérer comme satisfaisantes que les théories optiques qui donnent dans leurs équations générales des termes tels, qu'ils soient capables de rendre compte du pouvoir rotatoire, qu'ils subsistent si l'on introduit exactement les caractères de symétrie des divers modes énantiomorphes, et qu'ils disparaissent forcément par raison de symétrie, lorsqu'on introduit les caractères des milieux holoédriques et des hémièdres à formes conjugées superposables.

Or tous les modes énantiomorphes où l'activité optique a été observée (à l'exception d'un seul), possédant au moins un axe de symétrie binaire normal à l'une au moins des directions suivant lesquelles le phénomène se produit, il en résulte forcément que sur deux ondes cheminant en sens inverse, la rotation du plan de polarisation doit être de sens contraire par rapport à des axes fixes, caractère fondamental et bien connu qui distingue le pouvoir rotatoire naturel du pouvoir rotatoire magnétique.

Le pouvoir rotatoire en général peut s'expliquer en admettant dans les équations certains termes où entrent des dérivées d'ordre impair des déplacements de l'éther, prises ou bien par rapport au temps, ou bien par rapport aux coordonnées. Il est facile de voir que les dérivées par rapport au temps conduisent à une rotation de même signe par rapport à des axes fixes sur deux ondes cheminant en sens inverse. De pareils termes, s'ils impliquent une rotation du plan de polarisation, sont donc en opposition avec la symétrie des milieux énantiomorphes, et disparaîtront toujours par raison de symétrie. On doit donc admettre que le phénomène résulte des dérivées par rapport à l'espace, qui satisfont bien aux conditions posées plus haut.

Ces termes doivent de plus avoir dans les diverses équations des signes et des positions convenables. On sait que la théorie de Cauchy ne les introduit pas sous la forme qui est nécessaire; ce qui s'explique si l'on observe que cette théorie est basée sur l'hypothèse de forces centrales agissant entre les centres de gravité des diverses molécules en jeu. De pareilles forces ne peuvent naturellement pas tenir compte de la symétrie propre des molécules pondérables; l'on ne peut leur demander d'expliquer des phénomènes qui ne se produisent que dans des milieux hémiédriques, et qui dépendent par conséquent non de la disposition des centres de gravité, mais uniquement de la structure des molécules elles-mêmes.

Il faut donc admettre que les forces exercées par les molécules pondérables sont des fonctions plus compliquées, sur la nature desquelles nous ne savons rien, sauf qu'elles doivent être conformes à la symétrie des divers milieux. Ce sont de pareilles fonctions qui sont introduites en définitive par l'hypothèse d'une structure périodique de l'éther dans les milieux cristallins — hypothèse émise par Cauchy en 1849 et à laquelle se rattachent les théories de Briot, Sarrau, Mallard, Sohnke, — puis par l'hypothèse de Boussinesq, suivant laquelle les molécules pondérables ne modifieraient pas la structure de l'éther, mais seraient simplement entraînées dans son mouvement, suivant une loi dépendant de leur propre structure.

Il est probable d'ailleurs qu'il existe encore d'autres manieres d'introduire ces forces indéterminées et que ces divers procédés peuvent tous conduire plus ou moins exactement à l'explication de cette classe particulière de phénomènes, pourvu que l'on ait soin d'introduire toujours et avant tout les caractères de symétrie que la cristallographie assigne aux divers milieux actifs.

M. Ch. Galopin fait hommage à la Société d'un ouvrage qu'il vient de publier sur la *théorie des approximations numériques*[1]. Ce traité est destiné non seulement aux étudiants

[1] Théorie des approximations numériques. — Notions de calcul

en sciences, mais à toutes les personnes qui sont appelées, par la nature de leurs travaux, à des calculs numériques compliqués. L'auteur n'a pas la prétention de traiter le sujet plus complètement ou avec plus de rigueur scientifique que ses devanciers, mais il a cherché à présenter quelques règles claires et facilement applicables, dans un ordre logique, avec des exemples à l'appui, lorsque cela semblait avantageux.

M. H. Fol offre le nº 2 du tome 1er de son *Recueil zoologique suisse* [1], qui est sorti de presse le 28 février dernier. Il contient les travaux suivants: Maurice Bedot, Recherches sur le développement des nerfs spinaux chez les Tritons; Henri Blanc, Contribution à l'histoire naturelle des Asellotes hétéropodes; J. Kollmann, Intracellulare Verdauung in der Keimhaut von Wirbelthieren; St. Warynski, Recherches expérimentales sur le mode de formation des omphalocéphales; C. Keller, Observations sur les limites que la nature impose à la multiplication du kermès cocciné; M. Schiff, Note sur la sensibilité des cordons antérieurs de la moelle épinière chez les vertébrés inférieurs; H Fol, Remarques supplémentaires à mon Mémoire sur l'origine de l'ovule chez les Tuniciers.

approximatif par Ch. Galopin-Schaub, Dr ès sciences mathématiques, 1 vol. Genève, 1884, Georg, libraire-éditeur.

[1] Recueil zoologique suisse comprenant l'embryologie, l'anatomie et l'histologie comparée, la physiologie, l'éthologie, la classification des animaux vivants ou fossiles, publié sous la direction du Dr Hermann Fol, tome I, 2me fascicule, 160 pages et 6 planches. Genève, 1884, Georg, libraire-éditeur.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1884

Le 4, très faible gelée blanche le matin.
5, très forte gelée blanche le matin; brouillard dans la journée.
6, très forte gelée blanche le matin; brouillard avec dépôt de givre toute la journée.
7, id. id.
8, gelée blanche le matin; brouillard presque tout le jour; légère pluie vers 1 h. du soir.
9, brouillard tout le jour.
12, brouillard à 7 h. du matin.
14, id.
16, pluie mêlée de neige à 7 h. du soir.
18, de 7 h. $^1/_2$ à 9 h. $^1/_2$ du matin il tombe à de rares intervalles des flocons de de neige.
20, forte gelée blanche le matin.
22, quelques gouttes de pluie vers 9 h. du soir.
24, neige sur les montagnes environnantes.
25, pluie mêlée de neige à 7 h. du soir.
26, depuis 3 h. 10 à 3 h. 25 du soir pluie mêlée de neige.
28, gelée blanche le matin.
29, à 11 h. 40 m. du matin quelques flocons de neige.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à minuit	728,77		
		Le 1 à 1 h. soir	725,84
4 à 10 h. matin	740,05		
		10 à 4 h soir	725,32
13 à 10 h. matin	733,72		
		16 à 7 h. matin	724,40
16 à 10 h. soir	727,13		
		18 à 3 h. matin	724,54
21 à 6 h. matin	730,88		
		23 à 4 h. soir	722,02
24 à 10 h. matin	727,39		
		29 à 3 h. soir	720,15

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale	
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	726,78	− 0,67	725,84	728,77	+ 7,24	+ 6,79	+ 2,4	+10,9	727	−118	520	870	8,3	..4	SSO. 1	0,92	+ 5,7	+ 0,9	77,5
2	726,92	− 0,49	725,86	729,32	+ 6,83	+ 6,32	+ 3,5	+11,0	632	−211	510	780	...	...	SSO. 1	0,87	5,7	+ 0,9	79,6
3	733,43	+ 6,07	729,58	737,38	+ 6,11	+ 5,53	+ 1,6	+11,0	709	−133	550	860	...	...	variable	0,72	...	.....	81,0
4	739,15	+11,84	737,51	740,05	+ 2,54	+ 1,89	− 0,6	+ 5,9	842	+ 2	710	960	...	...	N. 1	0,18	6,0	+ 1,2	80,8
5	738,67	+11,41	737,41	739,72	− 0,31	− 1,03	− 3,3	+ 3,2	922	+ 83	830	970	...	...	N. 1	0,42	6,0	+ 1,2	80,0
6	735,33	+ 8,12	733,54	737,57	− 2,02	− 2,82	− 3,5	− 0,2	1000	+163	1000	1000	...	...	S. 1	1,00	5,4	+ 0,6	80,5
7	732,91	+ 5,75	731,32	734,19	− 2,31	− 3,18	− 3,9	− 0,4	1000	+165	1000	1000	...	...	variable	1,00	5,4	+ 0,6	80,6
8	729,20	+ 2,09	727,24	731,33	− 0,64	− 1,59	− 3,2	+ 2,8	982	+148	930	1000	0,1	1	S. 1	1,00	5,4	+ 0,6	77,4
9	726,57	− 0,48	725,86	727,17	+ 2,24	+ 1,21	− 0,9	+ 5,7	974	+142	930	1000	...	...	variable	1,00	5,6	+ 0,7	80,5
10	726,26	− 0,74	725,32	726,97	+ 8,04	+ 6,93	+ 3,4	+13,8	778	− 52	640	980	0,7	1	S. 1	0,85	...	.....	80,0
11	727,73	+ 0,79	727,01	730,03	+ 8,00	+ 6,80	+ 6,7	+10,5	866	+ 38	810	960	8,1	9	variable	1,00	5,3	+ 0,4	82,2
12	731,78	+ 4,90	730,42	732,44	+ 7,30	+ 6,02	+ 5,7	+ 9,6	891	+ 65	740	1000	2,7	2	N. 1	0,98	6,0	+ 1,1	79,3
13	732,86	+ 6,04	731,66	733,72	+ 6,21	+ 4,84	+ 3,8	+ 9,8	869	+ 45	730	980	...	...	NNE. 1	0,58	6,0	+ 1,1	81,0
14	730,65	+ 3,89	726,52	732,99	+ 4,73	+ 3,27	+ 2,9	+ 7,4	851	+ 29	760	970	...	...	N. 1	0,90	6,2	+ 1,2	80,2
15	725,56	− 1,14	724,92	726,20	+ 3,01	+ 1,46	+ 0,9	+ 4,7	786	− 34	760	820	...	...	NNE. 1	0,98	6,1	+ 1,1	81,1
16	725,50	− 1,14	724,40	727,13	+ 1,72	+ 0,08	+ 0,9	+ 4,6	872	+ 54	770	970	0,7	...	N. 1	0,98	6,1	+ 1,1	80,2
17	725,94	− 0,64	725,20	726,85	+ 2,57	+ 0,83	+ 1,2	+ 5,1	845	+ 29	780	900	...	...	NNE. 1	1,00	...	.....	81,0
18	725,79	− 0,73	724,54	727,50	+ 2,33	+ 0,50	+ 0,5	+ 4,1	858	+ 44	810	960	0,2	...	N. 1	1,00	6,0	+ 1,0	80,8
19	728,16	+ 1,70	727,75	728,82	+ 4,54	+ 2,61	+ 2,0	+10,4	819	+ 7	500	950	...	...	variable	0,45	6,0	+ 0,9	79,0
20	729,74	+ 3,35	728,40	730,68	+ 3,87	+ 1,84	0,0	+ 8,6	836	+ 26	610	930	...	...	variable	0,98	6,1	+ 1,0	78,9
21	729,31	+ 2,98	728,21	730,88	+ 5,96	+ 3,83	+ 0,4	+12,4	740	− 67	510	960	...	...	SSO. 1	0,77	6,2	+ 1,1	77,8
22	726,73	+ 0,46	724,24	728,76	+ 9,58	+ 7,35	+ 7,0	+14,0	619	−186	490	740	...	...	SSO. 1	1,00	6,2	+ 1,0	79,0
23	723,10	− 3,10	722,02	724,56	+10,32	+ 7,99	+ 8,3	+12,7	630	−173	450	880	3,8	2	SSO. 1	1,00	6,0	+ 0,8	79,1
24	725,98	− 0,16	724,57	727,39	+ 7,76	+ 5,32	+ 4,9	+11,3	645	−155	450	770	1,7	3	SSO. 1	0,75	...	.....	79,0
25	725,94	− 0,14	724,90	727,33	+ 4,86	+ 2,32	+ 2,7	+ 7,8	810	+ 12	710	920	6,1	7	SSO. 1	1,00	6,2	+ 0,9	77,4
26	725,80	− 0,21	724,24	726,97	+ 3,52	+ 0,87	+ 1,8	+ 6,7	845	+ 49	620	1000	5,4	9	variable	0,93	6,1	+ 0,8	80,1
27	724,25	− 1,70	723,27	725,81	+ 3,53	+ 0,77	+ 1,2	+ 6,2	801	+ 8	580	980	1,0	2	N. 1	0,38	6,2	+ 0,9	77,7
28	722,12	− 3,77	720,54	723,07	+ 1,89	− 0,98	− 1,3	+ 5,0	791	0	710	880	...	...	N. 1	0,72	6,2	+ 0,8	79,8
29	720,99	− 4,84	720,15	721,46	+ 3,16	+ 0,18	+ 0,5	+ 5,5	787	− 1	710	910	...	...	variable	0,95	6,2	+ 0,8	79,4

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	731,71	731,48	731,56	732,07	731,37	730,87	731,41	731,70
2e »	728,20	728,18	728,42	728,79	728,27	728,01	728,41	728,69
3e »	725,37	725,20	725,44	725,65	724,67	724,01	724,34	724,62
Mois	728,53	728,39	728,58	728,95	728,22	727,76	728,18	728,46
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 1,39	+ 0,85	+ 0,52	+ 3,05	+ 4,89	+ 5,32	+ 3,67	+ 2,53
2e »	+ 3,71	+ 3,33	+ 3,22	+ 4,56	+ 6,51	+ 5,95	+ 4,48	+ 3,66
3e »	+ 4,50	+ 3,94	+ 3,75	+ 6,03	+ 8,02	+ 7,55	+ 6,09	+ 5,07
Mois	+ 3,16	+ 2,65	+ 2,46	+ 4,49	+ 6,42	+ 6,23	+ 4,70	+ 3,71
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	903	891	909	831	789	769	871	891
2e »	871	904	909	870	755	780	849	857
3e »	807	781	783	713	628	671	747	798
Mois	862	861	870	808	727	742	825	850

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	— 0,45	+ 6,37	+ 5,65	0,80	9,1	79,79
2e »	+ 2,46	+ 7,48	+ 5,38	0,88	11,7	80,37
3e »	+ 2,83	+ 9,07	+ 6,16	0,83	18,0	78,81
Mois	+ 1,57	+ 7,59	+ 5,93	0,84	38,8	79,69

Dans ce mois, l'air a été calme 1,7 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,91 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 37°,8 O. et son intensité est égale à 8,6 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE FÉVRIER 1884.

Le 1er, neige depuis 4 h. du soir ; fort vent dans la journée.
3, brouillard à 4 h. du soir.
8, neige à 4 h. du soir.
11, brouillard le matin ; neige l'après-midi ; fort vent depuis 1 h. du soir.
12, brouillard par un fort vent toute la journée.
13, fort vent jusqu'à 10 h. du matin, puis forte bise.
14, forte bise dans la journée ; brouillard depuis 7 h. du soir.
15, fort vent le matin ; brouillard presque tout le jour.
16, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
17, brouillard à 10 h. du matin ; neige à 4 h. du soir.
18, brouillard tout le jour ; fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
19, fort vent depuis 4 h. du soir.
20, fort vent à 7 h. du matin.
22, neige à 10 h. du soir.
23, légère neige à 1 h. du soir.
24, neige à 7 h. du matin.
25, neige tout le jour ; forte bise depuis 7 h. du soir.
26, brouillard à 7 h. du matin ; neige depuis 1 h. du soir ; forte bise dans la journée.
27, brouillard à 7 h. du matin.
28, brouillard depuis 10 h. du matin ; assez fort vent dans la journée.
29, brouillard le matin et à 10 h. du soir ; légère neige à 4 h. du soir ; assez fort vent dans la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	567,88	Le 2 à 5 h. matin	561,70
5 à 3 h. matin	571,94	10 à 4 h. matin	562,47
13 à 2 h. matin	568,62	15 à 1 h. soir	559,01
19 à 7 h soir	565,00	28 à 4 h. soir	556,51
29 à 1 h. matin	557,90		

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	564,06	+ 3,61	562,04	567,88	— 3,77	+ 5,30	— 5,8	— 0,4	120	4,4	....	SO.	2	0,65
2	562,43	+ 2,01	561,70	563,68	— 7,03	+ 2,03	— 8,6	— 4,4	.....	.....	....	SO.	1	0,80
3	565,83	+ 5,45	563,89	568,30	—10,22	— 1,17	—11,5	— 8,3	.....	.....	....	NE.	1	0,58
4	570,48	+10,14	568,72	571,66	— 5,42	+ 3,62	—12,0	— 2,8	.....	.....	....	NE.	1	0,03
5	571,62	+11,32	571,42	571,94	— 1,83	+ 7,20	— 6,2	+ 2,5	.....	.....	....	NE.	1	0,07
6	570,32	+10,05	569,32	571,48	— 0,58	+ 8,44	— 4,7	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,22
7	567,93	+ 7,70	566,88	569,03	— 1,95	+ 7,06	— 3,6	+ 1,5	.....	.....	....	NE.	1	0,30
8	565,13	+ 4,93	563,93	566,71	— 4,98	+ 4,01	— 7,2	— 2,1	20	0,5	...	SO.	1	0,80
9	563,06	+ 2,89	562,48	563,97	— 5,67	+ 3,30	— 7,5	— 3,4	.....	.....	....	SO.	1	0,68
10	563,19	+ 3,05	562,47	563,93	— 4,55	+ 4,40	— 6,6	— 2,1	.....	.....	....	SO.	1	0,68
11	564,20	+ 4,10	563,08	565,45	— 6,43	+ 2,50	— 6,5	— 5,5	240	13,5	....	SO.	2	1,00
12	567,00	+ 6,93	565,46	568,23	— 5,72	+ 3,19	— 6,8	— 3,9	.....	.....	....	SO.	2	1,00
13	567,56	+ 7,52	566,62	568,62	— 6,62	+ 2,26	— 7,8	— 3,5	.....	.....	....	NE.	2	0,60
14	565,01	+ 5,00	562,02	566,77	— 6,22	+ 2,63	— 8,6	— 4,2	.....	.....	....	NE.	2	0,53
15	559,81	— 0,17	559,01	561,78	— 8,22	+ 0,60	—10,2	— 5,7	.....	.....	....	SO.	1	0,95
16	559,99	+ 0,04	559,35	561,20	— 9,37	— 0,58	—13,2	— 7,2	.....	.....	....	SO.	2	0,45
17	561,05	+ 1,13	560,54	561,59	— 7,55	+ 1,21	—12,6	— 3,1	110	3,5	....	SO.	1	0,93
18	561,73	+ 1,84	560,67	563,40	—14,65	— 5,92	—16,0	—12,9	.....	.....	....	SO.	1	0,93
19	564,32	+ 4,45	563,37	565,00	—10,27	— 1,58	—14,5	— 7,1	.....	.....	....	SO.	2	0,12
20	564,50	+ 4,65	564,09	564,69	— 6,80	+ 1,85	—10,5	— 3,3	.....	.....	....	SO.	1	0,02
21	564,67	+ 4,84	564,37	564,86	— 4,53	+ 4,08	— 8,0	— 1,8	.....	.....	....	variable		0,23
22	564,11	+ 4,30	563,62	564,85	— 1,97	+ 6,60	— 6,0	+ 0,1	20	1,7	....	SO.	1	0,70
23	561,76	+ 1,97	560,84	563,45	— 5,33	+ 3,20	— 7,5	— 3,0	.....	.....	....	SO.	1	0,58
24	560,98	+ 1,21	560,18	561,67	— 6,93	+ 1,56	— 8,8	— 4,1	20	1,3	....	SO.	1	0,45
25	558,99	— 0,76	558,33	559,91	— 9,30	— 0,86	—11,3	— 6,7	380	24,5	....	NE.	1	1,00
26	558,32	— 1,41	557,60	559,61	—10,05	— 1,66	—12,8	— 8,3	250	15,2	....	NE.	2	0,98
27	557,69	— 2,02	557,56	558,12	—11,38	— 3,04	—13,6	— 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,18
28	556,87	— 2,83	556,51	557,65	—10,25	— 1,96	—14,0	— 7,9	.....	.....	....	SO.	1	0,72
29	557,21	— 2,48	556,88	557,90	— 9,80	— 1,57	—11,0	— 8,3	.....	.....	....	SO.	2	0,88

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE FÉVRIER 1884

Le 1er, pluie et vent très fort de 4 h. à 7 h. du soir.
11, très fort vent de 1 h. 45 à 2 h. 20 du soir.
12, fort vent depuis 4 h. du soir.
15, brouillard tout le jour; assez fort vent dans la journée.
16, brouillard le matin.
17, brouillard depuis 7 h. du soir.
18, pluie et neige dans la nuit du 17 au 18; très fort vent tout le jour; brouillard à 7 h. m.
19, assez fort vent dans la journée.
24, légère secousse de tremblement de terre à 5 h 29 du soir; assez fort vent dans la journée.
25, brouillard à 10 h. du soir.
26, brouillard depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 4 à 10 h. matin	734,09	Le 1er à 4 h. soir	718,86
13 à 10 h. matin	727,53	10 à 4 h. soir	718,87
16 à 10 h. soir	720,36	15 à 1 h. soir	717,97
20 à 10 h. matin	724,72	17 à 4 h. soir	718,37
24 à 10 h. matin	720,30	23 à 4 h. soir	715,50
		29 à 4 h. soir	714,07

MARTIGNY. — FÉVRIER 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum.	Température C. Maximum.	Fraction de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fraction de saturation. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation. Minim.	Fraction de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.			
1	720,04	....	718,86	720,95	+ 2,29	....	— 2,2	+ 5,2	....	.....	....	....	5,8	...	ONO. 1	0,87
2	721,36	....	720,31	722,80	+ 1,14	....	— 0,2	+ 4,4	....	.....	....	....	....	...	ONO. 1	0,75
3	728,29	....	726,01	730,63	+ 1,53	....	— 1,6	+ 6,6	....	.....	....	....	....	...	variable	0,68
4	733,44	....	732,65	734,09	+ 0,03	....	— 1,9	+ 5,4	924	.....	820	940	....	...	ONO. 1	0,02
5	732,55	....	731,67	733,40	— 1,14	....	— 4,2	+ 2,8	926	.....	810	980	....	...	ONO. 1	0,00
6	728,55	....	726,74	730,79	— 0,26	....	— 4,0	+ 6,8	859	.....	460	980	....	...	ONO. 1	0,12
7	725,94	....	725,17	727,10	— 1,29	....	— 4,5	+ 3,0	901	.....	820	900	....	...	ONO. 1	0,38
8	722,72	....	721,79	723,70	+ 0,53	....	— 3,2	+ 4,1	907	.....	810	920	....	...	ONO. 1	0,87
9	720,36	....	719,43	721,00	+ 2,49	....	— 2,1	+ 7,0	846	.....	710	890	....	...	ONO. 1	0,72
10	720,93	....	718,87	724,21	+ 3,71	....	— 0,8	+10,0	731	.....	520	830	....	...	ONO. 1	0,75
11	721,89	....	720,80	723,59	+ 5,29	....	+ 1,3	+10,6	769	.....	550	850	....	...	ONO. 1	0,93
12	725,81	....	724,96	726,44	+ 4,46	....	+ 1,8	+10,0	824	.....	680	950	....	...	ONO. 1	0,28
13	726,51	....	725,21	727,53	+ 4,04	....	— 1,0	+10,6	762	.....	550	890	....	...	ONO. 1	0,27
14	723,84	....	720,76	726,80	+ 2,78	....	— 2,2	+ 9,2	791	.....	550	920	....	...	ONO. 1	0,30
15	718,60	....	717,97	719,24	+ 1,41	....	— 1,0	+ 4,1	931	.....	780	960	....	...	ONO. 1	1,00
16	719,36	....	718,54	720,36	+ 2,08	....	+ 0,3	+ 5,8	827	.....	620	920	....	...	ONO. 1	0,58
17	719,22	....	718,37	720,01	+ 1,98	....	— 1,3	+ 5,2	842	.....	630	930	....	...	ONO. 1	0,92
18	722,53	....	721,45	723,83	+ 2,11	....	— 0,5	+ 5,1	776	.....	450	920	2,4	...	NNO. 2	0,93
19	723,50	....	722,37	724,42	+ 3,06	....	+ 0,4	+ 8,0	661	.....	370	890	....	...	NNO. 1	0,20
20	724,03	....	723,08	724,72	+ 2,31	....	— 0,9	+ 8,2	712	.....	430	790	....	...	ONO. 1	0,35
21	722,94	....	721,48	724,47	+ 3,21	....	— 1,0	+ 8,5	702	.....	420	820	....	...	ONO. 1	0,30
22	720,25	....	718,75	722,11	+ 5,88	....	+ 0,5	+10,8	672	.....	440	870	....	...	ONO. 1	0,80
23	716,68	....	715,50	717,42	+ 7,09	....	+ 3,3	+13,4	711	.....	400	840	....	...	variable	0,73
24	719,32	....	718,48	720,30	+ 6,89	....	+ 3,2	+11,2	679	.....	300	890	2,0	...	ONO. 2	0,58
25	718,91	....	718,03	720,09	+ 3,38	....	+ 2,1	+ 6,3	867	.....	740	930	7,8	...	ONO. 1	0,93
26	718,77	....	717,90	720,14	+ 2,78	....	+ 1,0	+ 6,8	841	.....	570	950	....	...	ONO. 1	0,98
27	717,86	....	717,02	718,66	+ 2,51	....	+ 0,1	+ 5,6	852	.....	660	910	11,7	...	NNO. 1	0,65
28	715,85	....	714,28	717,13	+ 1,04	....	— 2,2	+ 8,8	736	.....	370	900	....	...	variable	0,17
29	715,17	....	714,07	715,78	+ 4,38	....	— 0,4	+ 9,5	672	.....	300	840	....	...	ONO. 1	0,80

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,80	566,42	566,32	566,54	566,25	566,13	566,31	566,46
2e » ...	563,64	563,32	563,34	563,70	563,49	563,39	563,55	563,72
3e » ...	560,58	560,10	560,10	560,30	559,92	559,67	559,93	559,92
Mois	563,78	563,39	563,36	563,62	563,34	563,18	563,38	563,48

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 4,87	— 2,81	— 1,70	— 3,26	— 5,68	— 5,98
2e » ...	— 8,28	— 7,44	— 5,90	— 6,94	— 8,44	— 8,80
3e » ...	— 8,34	— 6,31	— 5,67	— 6,20	— 8,21	— 8,33
Mois	— 7,12	— 5,49	— 4,38	— 5,45	— 7,42	— 7,68

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 7,37	— 1,65	0,48	4,9	140
2e » ...	—10,67	— 5,64	0,65	17,0	350
3e » ...	—10,33	— 5,44	0,64	42,7	670
Mois	— 9,43	— 4,20	0,59	64,6	1160

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,60 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 32,2 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — FÉVRIER 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	725,67	726,17	724,98	724,32	725,24	725,59
2e » ...	722,89	723,01	722,16	721,58	722,24	722,74
3e » ...	719,19	719,27	717,98	717,28	717,95	718,30
Mois......	722,70	722,94	721,84	721,19	721,94	722,35

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	— 2,18	+ 0,43	+ 4,19	+ 5,51	+ 1,84	+ 0,67
2e » ..	+ 0,76	+ 2,39	+ 6,96	+ 7,09	+ 3,35	+ 2,20
3e » ..	+ 1,77	+ 4,35	+ 8,30	+ 8,17	+ 4,14	+ 3,09
Mois.....	+ 0,01	+ 2,32	+ 6,42	+ 6,88	+ 3,08	+ 1,95

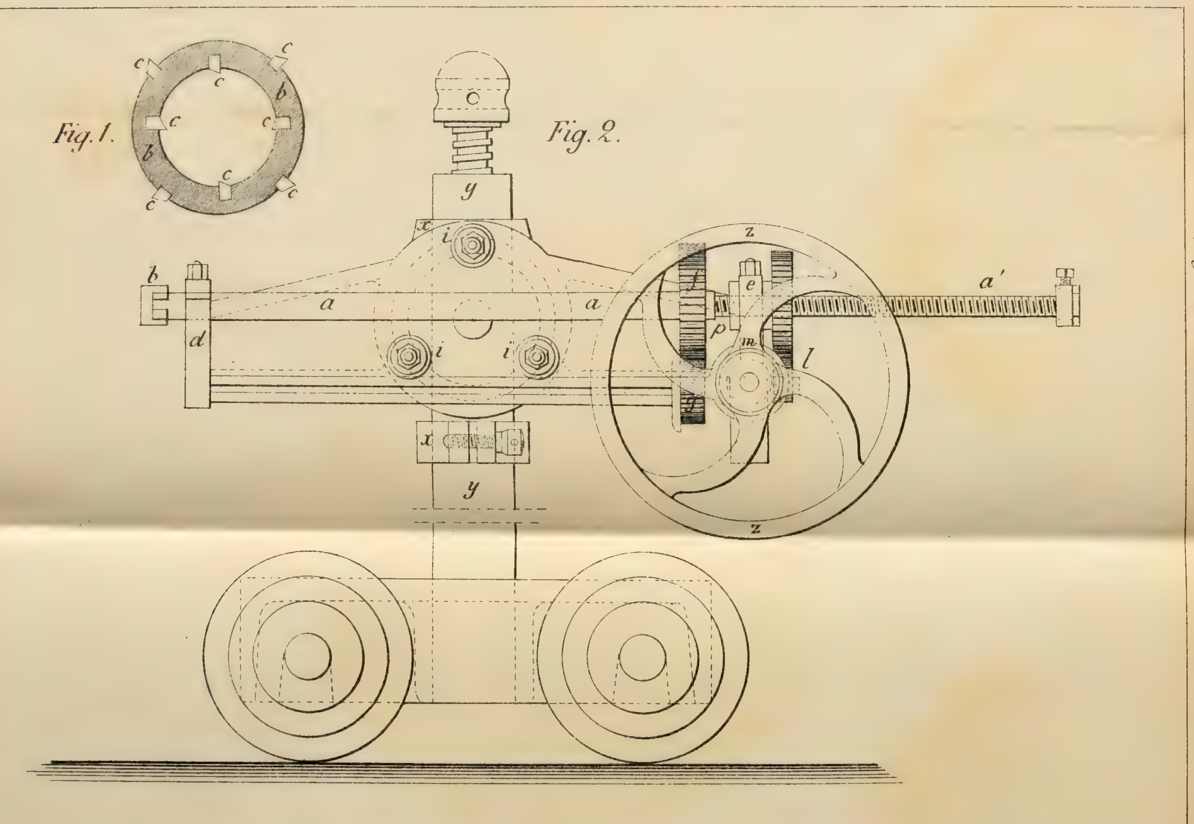
Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	860	884	740	766	819	890
2e »	842	781	570	606	811	863
3e »	853	720	510	522	792	827
Mois...........	851	788	595	620	807	858

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade.....	— 2,47	+ 5,53	0,52	5,8	—
2e »	— 0,31	+ 7,68	0,58	2,4	30
3e »	+ 0,73	+ 8,99	0,66	21,5	—
Mois........	— 0,73	+ 7,34	0,58	29,7	30

Perforatrice à Diamants de G. Leschot

Brevet Français, Juillet 1862.



Archives des Sciences phys. et nat. Mars 1884, t. XI.

Pl. II.

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1883

PAR

M. ERNEST FAVRE

(Suite et fin.)

Terrains mésozoïques.

T. TRIASIQUE. M. ZIMMERMANN [1] a découvert en Thuringe dans le keuper (horizon du Grenzdolomit) une ammonite qu'il a décrite sous le nom de *Ceratites Schmidi.* M. DE MOJSISOVICS[2] a relevé la grande importance de cette découverte. Les cloisons de cette espèce sont du même genre que celles des cératites du muschelkalk d'Allemagne, dont elle descend certainement, les cératites du trias méditerranéen ayant des cloisons d'un type très différent. C'est une nouvelle preuve de l'isolement complet des bassins allemand et méditerranéen pendant l'époque triasique.

Ce fossile a dans ses ornements une grande ressemblance avec des cératites de l'étage norique inférieur de la zone méditerranéenne (zone du *Trachyceras Reitzii*, couches du Buchenstein), mais il n'est pas encore possible d'établir un parallélisme entre les dépôts des deux bassins.

[1] Zimmermann, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, 1883, 382.

[2] E. von Mojsisovics, Randglossen zum Funde des ersten deutschen Keuper-Ammoniten. *Neu. Jahrb. für Miner.*, 1884, I, 78, *corr.*

T. LIASIQUE. M. RENEVIER[1] signale, dans son rapport annuel sur le musée géologique de Lausanne, le don fait par M. Schardt d'une ammonite liasique trouvée par lui au col du Pillon dans les schistes supérieurs au gypse. Cette découverte fixe d'une manière positive l'âge de terrains qui a été souvent discuté.

T. JURASSIQUE. MM. DE LORIOL et H. SCHARDT[2] ont publié une étude monographique des calcaires à *Mytilus* des Alpes vaudoises. Ce terrain, longtemps regardé comme appartenant au jurassique supérieur et plus spécialement au kimméridien, doit, d'après sa faune, être rapporté au bathonien. M. de Loriol y a reconnu 54 espèces, dont 4 gastéropodes, 44 bivalves, 5 brachiopodes, 1 échinide; un grand nombre d'autres échantillons ne sont pas déterminables d'une manière précise; les mollusques acéphales dominent de beaucoup, en espèces et en individus. 22 espèces sont nouvelles; parmi les autres, 15 sont d'une détermination certaine et appartiennent au bathonien; ce sont :

Thracia viceliacensis, d'Orb.
Corymia lens, Ag.
Ceromya concentrica, Sow.
Gresslya truncata, Ag.
Pholadomya texta, Ag.
Modiola imbricata, Sow.
Modiola Sowerbyana, d'Orb.
Eligmus polytypus, Desl.
Pteroperna costatula, Desl.
Lima cardiiformis, Sow.
Lima rigidula, Phil.
Hinnites abjectus, M. et L.
Ostrea costata, Sow.
Terebratula ventricosa, Ziet.
Waldheimia obovata, Sow.

Les autres, dont la détermination est très probable, vien-

[1] Renevier, Le Musée géologique de Lausanne en 1882. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX, 89.

[2] P. de Loriol et H. Schardt, Etude paléontologique et stratigraphique des couches à Mytilus des Alpes vaudoises. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1883, X.

nent confirmer l'âge indiqué pour cette faune; les *Rhynchonella Orbignyana* Opp. et *spathica* Lam. seules se rencontrent généralement dans le callovien inférieur. Aucune espèce ne peut être identifiée à quelque type des terrains kimméridien ou oxfordien. Les fossiles les plus abondants sont : *Ceromya concentrica* Ag., *plicata* Ag., *Pholadomya texta* Ag., *Astarte rayensis* de Lor., *Lima Schardti* de Lor., *cardiiformis* Sow., *Ostrea costata* Sow., *Hemicidaris alpina* Ag., et surtout les *Mytilus laitmairensis* de Lor., *Modiola imbricata* Sow.

L'horizon dans lequel se trouvent ces fossiles forme un facies particulier qui constitue entre l'Aar et l'Arve une zone étroite dans l'intérieur des Alpes de la Suisse et du Chablais. Il a attiré depuis longtemps l'attention, soit par ses gisements de houille, soit par sa faune, et il a été généralement rapporté au kimméridien. Après un historique de la question, M. Schardt en décrit les affleurements dans les Alpes vaudoises et fribourgeoises. Ce travail est complété par une carte et une belle série de coupes.

L'auteur distingue dans cette région deux niveaux : 1° le calcaire massif supérieur, épais de 150 à 300^{m}, équivalent du jurassique supérieur, souvent sans stratification visible, compacte, homogène, répandant au choc du marteau une odeur fétide, et étant généralement sans fossiles; c'est dans la partie supérieure de cet étage que se trouve le gisement corallien de la Simmenfluh; la partie inférieure formerait la base du jurassique supérieur. Sa limite est toujours bien tranchée avec le terrain sous-jacent, les couches à *Mytilus* et à charbon, qui sont plus marneuses, M. Schardt distingue dans ces dernières 4 horizons qui sont de haut en bas :

1. Le niveau à Myes et à Brachiopodes, de 3^m d'épaisseur, très riche en fossiles dont beaucoup ne se retrouvent pas dans les horizons inférieurs, entre autres la *Pholadomya texta*, Ag. et le *Mytilus Laitmairensis*, De Lor.

2. Niveau à *Modiola imbricata*, Sow., *Hemicidaris Alpina*, Ag., en bancs minces, séparés par des feuillets marno-schisteux ; ces deux fossiles, très communs ici, ne se retrouvent presque plus dans l'horizon supérieur.

3. Niveau à fossiles triturés et à polypiers; bancs calcaires, séparés par des couches marneuses, remplies de débris ; l'*Astarte rayensis*, de Lor., très abondante et caractéristique, couvre la surface des plaques; les polypiers y sont fréquents ; le charbon s'y trouve en feuillets peu épais.

4. Niveau à matériaux de charriage, moins constant que les autres ; sans fossiles marins, renferment des couches sableuses, des bancs de charbon ; il contient le *Zamites Renevieri*, Heer.

Une note publiée pendant l'impression, amène cependant quelques modifications dans cette classification, le banc à *Modiola*, n° 2, a été retrouvé à 20^m au-dessus du n° 1 dans les calcaires massifs, rangés d'abord dans le jurassique supérieur, et dont la base doit par conséquent encore être classée dans le bathonien.

Il est difficile de reconnaître le terrain sur lequel reposent ces couches, et l'on ne peut en tirer d'indication sur leur âge. Le lias en est en tout cas très rapproché, comme on peut s'en assurer à Wimmis et dans la vallée de la Grande-Eau.

La nature du dernier horizon, la présence des plantes terrestres et des lits charbonneux, indiquent qu'à cette époque il y avait là des terres émergées qui formaient des îles allongées; elles s'affaissèrent ensuite et furent recouvertes en partie d'une mer peu profonde; puis vint le grand affaissement qui coïncida avec la formation des calcaires puissants du Malm.

M. Schardt décrit ensuite les gisements situés dans le

Laitmaire, le rocher de la Raye (Dent de Combettaz), sur le prolongement de la chaîne des Gastlosen, la chaîne du Rubli, celle de la Gumfluh et la vallée de la Grande-Eau (Vuargny, pont de la Tine). Le premier donne une série très complète de tous les niveaux ; le second a fourni plus de 500 polypiers appartenant à 26 espèces nouvelles qui seront décrites par M. Koby. La disposition des terrains, presque partout très compliquée, a été décrite et figurée avec beaucoup de précision. Ce mémoire se termine par une liste des fossiles classés par niveaux et par gisements.

T. jurassique moyen et supérieur. Jura. On sait combien la classification des divers étages jurassiques est encore peu fixée, et combien leur délimitation et leur groupement présente de variations. M. Bertschinger[1] a cherché à préciser la place d'un de ces étages, les couches à *Amm. Lamberti* et *cordatus*, en prenant pour point de départ de ses recherches deux horizons constants, les couches à *Amm. macrocephalus* au-dessous, et celles à *Hemicidaris crenularis* et *Glypticus hieroglyphicus* au-dessus. Une première tabelle montre la variété des classifications adoptées. L'auteur détaille dans le texte les observations en signalant les rapports paléontologiques de cette zone dans le bassin de Paris, l'Angleterre, la Franche-Comté et la région environnante, et quelques groupes isolés, Ardèche, Hanovre, etc.

La liaison stratigraphique avec les couches inférieures, (zone à *Amm. ornatus*) est constante et souvent très intime. Elle existe à un degré bien moindre avec les couches

[1] Bertschinger, Ueber den Connex der Lamberti-cordatus-Schichten mit den angrenzenden Formationsgliedern (in Mittel-Europa), Zurich 1883.

supérieures; elle est même souvent nulle. Un tableau d'ensemble de la répartition des 61 espèces caractéristiques de cette zone, montre que 51 sont communes à des horizons inférieurs, dont 50 à la zone à *Amm. ornatus* et que 31 espèces montent dans les horizons supérieurs, dont 24 dans les couches de Birminsdorf. Ainsi la stratigraphie et la paléontologie réclament la réunion en un étage des trois horizons, zones à *Amm. macrocephalus*, à *Amm. anceps* et *athleta*, et à *Amm. Lamberti* et *cordatus*. Après le dépôt de ce dernier, il y a eu presque partout des modifications importantes dans les caractères pétrographiques et paléontologiques des dépôts. Une tabelle avec les indications des roches et des fossiles caractéristiques donne une idée d'ensemble de cette classification dans l'Europe centrale ; les étages y sont divisés comme suit :

		Argovie.
Séquanien.		(Crenularissch.).
Argovien	III.	Couches du Geissberg.
»	II.	C. d'Effingen.
»	I.	C. de Birmensdorf.
Oxfordien	III.	C. à Amm. Lamberti et cordatus.
»	II.	Oolite à Amm. ornatus.
»	I.	Calc. à Amm. macrocephalus.
Bathian.		(Cornbrash.)

M. Wundt[1] a reconnu à Lautlingen près Balingen, entre la zone à *Amm. ornatus* et l'argile à *Ter. impressa*, une faune caractéristique de la zone à *Amm. transversarius* dans des bancs qu'Oppel regardait déjà comme des représentants de cette zone. Ces bancs ont été constatés

[1] A. Wundt, Ueber die Vertretung der Zone des Ammonites transversarius im schwäbischen weissen Jura. *Jahresb. des Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg*, 1883, 148.

sur divers points de la Souabe ; cette contrée offre la succession suivante pour le Jura blanc inférieur :

a) Couches à *Ammon. transversarius.*
b) Argile à *Terebratula impressa.*
c) Couches à *Scyphia* de Lochen.

Les deux premières subdivisions sont successives ; la troisième doit être considérée comme un facies des deux premières, qui apparaît tantôt sur la division *b*, comme en Souabe, ou sous elle comme en Suisse, et qui peut remplacer totalement l'une ou l'autre. Des notes paléontologiques sont jointes à ce mémoire.

Les couches de Birminsdorf se distinguent de tous les étages jurassiques de l'Argovie par la richesse de leur faune microscopique ; les foraminifères y sont très abondants et ont été étudiés par M. HÆUSLER[1]. Les genres varient suivant la nature des sédiments ; les calcaires sont riches en *Psammosphaera, Trochammina, Plecanium,* etc., les marnes, en *Nodosaria, Dentalina, Crystellaria, Spiroloculina,* etc. De plus, les genres varient d'une assise à l'autre ; l'auteur a pu reconnaître sur les collines au nord de Willingen, six horizons différents dans ces couches, caractérisés par les genres suivants :

(Argovien II).			Couches d'Effingen.
Argovien II.	6.	Banc à	Miliola, Ammodiscus.
	5.	»	Textilaria, Nodosaria, Dentalina, Cristellaria.
	4.	»	Trochammina, Placopsilina, Bigerina.
	3.	»	Trochammina.
	2.	»	Globigerina, Valvulina, Reophax.
	1.	»	Psammosphera, Thurammina, Lituola.

[1] R. Hæusler, Notes sur les foraminifères de la zone à Ammonites transversarius du canton d'Argovie. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XVIII, 220.

Beaucoup d'espèces des bancs inférieurs correspondent à des espèces des calcaires bathoniens et se rencontrent dans les calcaires du séquanien inférieur ; plusieurs se retrouvent dans les couches du Geissberg (argovien III), quoiqu'elles aient disparu pendant le dépôt des marnes de l'argovien II. Les espèces, très nombreuses, appartiennent à 34 genres répartis dans 6 familles, les *Miliolidae* (4 genres), les *Astrorhizidae* (6 g.), *Lithuolidae* (11 g.), *Textularidae* (4 g.), *Lagenidae* (6 g), *Globigerinidae* (2 g.). 7 genres apparaissent avec cet étage dans le Jura argovien. Tous les autres existent déjà dans le terrain jurassique inférieur ou le lias. La liste des espèces que l'auteur donne comme le résultat d'une étude préliminaire, est d'environ 90.

M. P. Choffat[1] revient, à propos d'une publication récente, sur la place du terrain à chailles dans la série des formations jurassiques, Il rappelle que les marnes à *Amm. Renggeri* ne sont nullement l'équivalent des couches d'Effingen de l'Argovie (c. à *Ter. impressa*) et que le terrain à chailles ne peut être parallélisé avec les couches du Geissberg. Il indique aussi qu'on ne peut établir une équivalence parfaite entre le facies argovien et le facies franc-comtois de l'oxfordien ; les deux facies ne passent pas latéralement de l'un à l'autre, comme cela a lieu pour d'autres étages, mais dans la zone intermédiaire, on les trouve en superposition, les subdivisions du premier recouvrant celles du second comme le montre la tabelle ci-jointe :

[1] P. Choffat, Ueber die Stellung der « Terrains à chailles. » *Neu. Jahrb. Briefl. Mittheil.*, 1883, II, 95.

Facies franc-comtois.	Région intermédiaire.		Facies argovien.
	Couches à Hemicidaris crenularis.		
	Couches du Geissberg.		
Terrain à chailles	C. d'Effingen.		C. du Geissberg.
		C. d'Effingen.	
	C. de Birminsdorf.		
		C. de Birminsdorf.	C. d'Effingen.
	Terr. à chailles		
C. à A. Renggeri.	Couches à Amm. Renggeri.		C. de Birminsdorf.
	Zone à Ammonites atleta.		

Les subdivisions du terrain jurassique supérieur, représentées sur la rive droite du Rhin au nord de Schaffhouse, sont, d'après M. SCHALCH [1], les suivantes :

Jura blanc inférieur, dont la partie supérieure est seule visible ; calcaires bien stratifiés, renfermant les *Ammon. Balderus* Opp., *alternans* Buch, *semifalcatus* Opp., *Arolicus* Opp., *trimarginatus* Opp., *Pholadomya acuminata* Hartm. Certains bancs sont remplis de *Balanocrinus subteres.*

Jura blanc moyen, très riches en fossiles, *Ammonites trachynotus* Opp., *Fialar* Opp., *acanthicus* Opp., *Lothari* Opp., *tenuilobatus* Opp., etc.

Jura blanc supérieur. 1° couches à *Ammon. mutabilis* Sow., moins fossilifères que les précédentes. 2° calcaires massifs, ayant un relief accentué, roche compacte, claire, pauvre en fossiles. Ils ont pour équivalent dans la vallée entre Thengen et Uttenhofen un calcaire à *Scyphia* très fossilifère, riche en fossiles du Jura blanc ε de Quenstedt (*Ammonite Eudoxus* d'Orb., *mutabilis* d'Orb., *orthocera* d'Orb., *dentatus* Rein., *acanthicus* Opp., *liparus* Opp., *steraspis* Opp., *Terebra-*

[1] Geologische Beschreibung...

tula humeralis Rœm., etc. 3° calcaires en dalles relativement pauvres en fossiles, *Ammonites hoplisus* Opp., *longispinus*, Opp., *Astarte supracorallina* d'Orb., *Exogyra virgula* Sow., etc.

Ces bancs terminent la série des formations jurassiques dans cette contrée.

M. Bertrand [1] a fait dans le Jura entre Gray et Saint-Claude, des recherches sur la succession des assises et des faunes des terrains jurassiques supérieurs. L'habitude de classer tous les dépôts coralligènes dans un seul horizon a produit pendant longtemps la plus grande confusion dans l'étude de ces terrains. Plusieurs travaux récents, particulièrement ceux de M. Choffat, ont déjà contribué à éclaircir cette classification. Le but de cette note, dit l'auteur, est de montrer par la série continue des coupes entre Gray et Saint-Claude qu'il n'y a, dans cette contrée, ni lacune, ni mélange ou confusion de fossiles ; que le facies et la faune coralligènes, se développent, suivant les régions, à trois niveaux différents, formant ainsi dans la série trois grandes lentilles parallèles aux couches et permettant de distinguer : *a* l'oolithe corallienne, au-dessous du premier banc à *Waldeimia Egena ; b* l'oolithe astartienne, au-dessous du ptérocérien et du calcaire à astartes de la Haute-Marne ; *c*, l'oolithe virgulienne, au-dessous des bancs supérieurs à *Exogyra virgula.*

Au-dessus vient le portlandien, formé de calcaires et de dolomies et dont les caractères lithologiques et paléontologiques sont très constants dans toute cette partie du Jura.

Nous ne pouvons entrer dans les détails de coupes

[1] Bertrand, Le jurassique supérieur et ses niveaux coralliens entre Gray et Saint-Claude. *Bull. Soc. géol. de France*, 1883, XI, 164.

nombreuses et précises relevées par l'auteur. Il les résume à la fin de son mémoire dans un tableau dans lequel les formations des environs de Salins, du plateau de Champagnole et de Clairvaux, de la vallée de la Bienne et de Valfin, sont mises en parallèle avec celles de la Haute-Marne, de la Haute-Saône et du Jura vaudois et neuchâtelois. Nous en donnons ici un extrait.

(Voir la page suivante.)

L'oolithe corallienne ou dicératien ne s'étend vers le sud que jusqu'aux environs de Champagnole ; l'oolithe astartienne s'interrompt entre Besançon et Salins ; l'oolithe virgulienne, déjà rudimentaire à Salins, commence à se montrer assez régulièrement à partir du sud du plateau de Champagnole et a tout son développement dans la région de Valfin. Ce facies oolithique apparaît à des niveaux tout à fait constants sans aucune tendance à se déplacer obliquement aux couches ; il est en liaison intime avec la présence de faunes coralligènes, mais sans qu'il se soit formé rien d'analogue à des récifs de polypiers ; il forme des bancs stratifiés qui passent latéralement à un facies normal sans oolithes.

M. Bourgeat[1] a travaillé dans la même région que M. Bertrand et a publié une série de coupes dont sept sont prises au nord de Valfin et cinq au sud, et qui sont destinées à fixer l'âge des récifs coralligènes de cette contrée. L'horizon ptérocérien se voit bien caractérisé, dans toutes ses coupes ; l'oolithe qui, au ravin de Valfin, se montre en une seule masse, se divise au nord entre deux ou plusieurs horizons coralligènes au-dessus et au-

[1] Bourgeat, Note sur le jurassique supérieur des environs de Saint-Claude. *Bull. Soc. géol. de France*, 1883, XI, 586.

	Salins.	**Plateau de Champagnole** (sud).	**Vallée de la Bienne.**	**Valfin.**
Portlandien.	Calcaires compacts à Ner. trinodosa.	Calcaires et dolomies. Calc. à Ner. trinodosa. Calcaires et dolomies.	Calcaires et dolomies. Calc. à Ner. trinodosa. Calcaires et dolomies.	Calcaires et dolomies. Calc. à Ner. trinodosa. Calcaires et dolomies.
Virgulien.	Couche à Ex. virgula. *Oolithe virgulienne* (rudimentaire). Calcaires blancs.	Couche à Ex. virgula. *Oolithe virgulienne.* Calcaires blancs.	Couche à Ex. virgula. *Oolithe virgulienne.* Calc. blancs à Pseudoc. Thurmann. Couche à Ex. virgula.	*Oolithe virgulienne.*
Ptérocérien.	Calcaires à Pter. Oceani.	Calcaires à Pter. Oceani.	Calcaires à Pter. Oceani.	Ptérocérien inférieur.
(Épiastartien.) Astartien.	Calcaires compacts. *Oolithe astartienne* (rudimentaire). Calcaires compacts à Waldh. Egena.	Calcaires compacts. *Oolithe astartienne.* Calcaires compacts à Hem. stramonium. Calcaires à W. Egena.	Calcaires compacts. *Oolithe astartienne.* Calcaires compacts. Calcaires à W. Egena.	Calcaires marneux à W. Egena. Calcaires compacts et spathiques.
Corallien.	*Oolithe corallienne.* Banc à polypiers. Marno-calcaires à Waldh. delemontana.	*Calcaires oolithiques.* Marnes à Phol. hemicardia. Bancs à Cid. florigemma.	Calcaires et marnes à Rhynch. pectunculata. Marno-calcaires à Phol. hemicardia.	Calcaires à Hemic. crenularis. Marno-calcaires.
Oxfordien.	Calcaires à Pholad. exaltata.	Calcaires à Ammon. canaliculatus.	Calcaires à Ammon. canaliculatus.	

dessous du ptérocérien. A Château-des-Prés, on les trouve sur la zone à *Pholadomya Protei* et sous cette zone. A Saint-Pierre il y a trois bancs d'oolithe ; à Ménétreux, il y en a cinq dont les deux supérieurs sont sur et sous l'assise à *Ph. Protei*, la troisième sous l'assise à *Ceromya excentrica.* Ces trois niveaux semblent ptérocériens ; les deux plus inférieurs font probablement partie de l'oolithe astartienne de M. Bertrand. Au sud de Valfin, l'oolithe de Valfin est divisée en deux, à Saint-Joseph, par une assise de marnes à ptérocères. Aux Bouchoux, elle surmonte les marnes à *Cer. excentrica* avec une épaisseur de 25 ^{m}. A Oyonnax, elle a 53 ^{m} d'épaisseur et repose sur les marnes à *Pholad. Protei* ; à Champfromier, elle forme une masse puissante intercalée entre l'oxfordien et le portlandien sans trace de ptérocérien ni de virgulien. M. Bourgeat conclut comme M. Choffat que le corallien s'étend en s'élevant à partir des abrupts de la Combe d'Ain jusqu'aux chaînes qui dominent la plaine suisse. Ptérocérien et astartien à l'O. de Valfin, il devient uniquement ptérocérien dans ce dernier gisement, puis il semble s'élever vers Oyonnax pour devenir virgulien dans le voisinage du Reculet.

Le même auteur[1] a examiné au point de vue paléontologique la position du corallien de Valfin. Il commence par constater que la simple présence de polypiers dans un horizon n'est d'aucune valeur pour sa classification géologique, les polypiers se développant partout où les conditions de température de la mer et de profondeur, nécessaires à leur existence, se trouvent réalisées. L'étude des 99 espèces de la faune de Valfin et la comparaison avec

[1] Bourgeat, Note sur la position vraie du corallien de Valfin dans le Jura. *Annales Soc. scient.*, Bruxelles, 1883, 389.

les horizons dans lesquels elles ont été recueillies, indique pour le corallien de Valfin un niveau très supérieur à celui du corallien du bassin de Paris, celui du ptérocérien ; les brachiopodes révèlent même une association dans cet horizon du ptérocérien et du virgulien.

M. Girardot [1] s'est aussi occupé du terrain corallien du Jura et il en a poursuivi l'étude à travers les départements de la Haute-Saône, du Doubs et du Jura *(pars)* dans la région comprise entre Belfort, Champlitte, Dôle, Sombacourt et Saint-Ursanne. Le terrain à chailles, zone à *Pholodomya exaltata*, qui forme la base des couches coralligènes, en est séparé par une limite bien tranchée, et passe à sa partie inférieure aux marnes à *Amm. Renggeri* ; il doit être considéré comme la partie supérieure de l'oxfordien. Le groupe corallien qui lui succède comprend quatre niveaux qui sont à partir de la base :

Zone inférieure avec trois facies :

1° Un facies marno-calcaire compact. 2° Un facies oolithique. 3° Un facies marneux. Tous trois riches en fossiles et remplis de *Cidaris florigemma*.

Deuxième zone, calcaire argileux oolithique, pauvre en fossiles.

Troisième zone, oolithe corallienne, calcaires blancs crayeux à *Diceras arietina*, remplis de nérinées, diceras et polypiers.

Quatrième zone, calcaire à nérinées, pauvre en fossiles (*Ner. sequana* et *nodosa*), tantôt compact, tantôt oolithique.

L'auteur indique les modifications de facies subies par ces diverses zones, les passages d'un niveau à l'autre, la faune de chaque horizon et termine par une série de coupes de détail prises sur divers points de cette région.

[1] Girardot, L'étage corallien dans la partie septentrionale de la Franche-Comté. *Mém. Soc. d'Émul. du Doubs*, 1882, VII, 212.

M. SCHARDT[1] a relevé dans les environs de Saint-Germain de Joux une coupe du terrain jurassique supérieur qui confirme les conclusions auxquelles M. Choffat était arrivé (Rev. pour 1875, 370). Voici la coupe prise par cet auteur entre le Plateau de Plagne et Saint-Germain :

I. PORTLANDIEN.

1. *Bancs calcaires*, souvent bréchiformes.

2. *Bancs calcaires* se détachant en grandes plaques, parfois dolomitiques, 30^{m}.

3. *Calcaire compact* gris, en bancs massifs (30^{m}), avec nérinées (*N. salinensis* d'Orb., *trinodosa* Voltz, *Bruntrutana* Thurm., *Natica Marcousana* d'Orb., etc.).

4. *Dolomies et marnes dolomitiques*, 20^{m}.

II. COUCHES DE VALFIN.

5. *Première assise coralligène*, 30^{m}, riche en nérinées à la partie supérieure (*N. Bruntrutana* Thurm., *pseudo-Bruntrutana* Gem., *Hoheneggeri* Pet., *Gaudryana* d'Orb., *Defrancei* d'Orb.).

6. *Calcaire compact*, 20-25^{m}.

7. *Deuxième assise coralligène* (40^{m}). Calcaire oolithique avec une faune identique à celle de Valfin. La partie supérieure est riche en nérinées, et renferme un véritable banc de *Diceras*. Avec la faune coralligène on trouve aussi les *Ceromya excentrica* Ag., *Isoarca helvetica* P. de Lor.; les brachiopodes sont : *Rhynchonella pinguis* Rœm., *Terebratulina substriata* Schl., *Terebratula* cf. *moravica* Glock. La partie inférieure renferme aussi plusieurs types du séquanien supérieur, associés à la faune ordinaire de Valfin.

III. SÉQUANIEN, 53^{m}.

8. *Calcaire gris jaunâtre*, assez compact, 10^{m}.

9. *Marne jaune* dolomitique, 2-4^{m}.

10. *Calcaire gris* ou jaunâtre, à *Bel. astartinus* Ét., *Pholadomya paucicosta* Ag., *Trigonia papillata* Ag., *Ostrea Bruntrutana* Thurm., *Terebratula subsella* Leym., *Holectypus corallinus* d'Orb., etc.

11. *Couche marneuse dolomitique*.

12. *Calcaires blancs compacts*, 18^{m}.

Les assises 5, 6 et 7 ne se distinguent pas à Valfin,

[1] Schardt, Sur la subdivision du jurassique supérieur dans le Jura occidental. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XVIII, 206.

Montépile, etc., et forment un tout qui appartient au kimméridien; la présence de quelques types séquaniens à la partie inférieure est intéressante. Elle sépare le portlandien proprement dit de l'étage séquanien bien caractérisé. Cette série fixe donc nettement l'âge si souvent contesté des couches de Valfin. Elle est accompagnée d'une bonne coupe prise entre Charix et la Sémine.

Près de la Faucille, on voit une puissante assise d'oolithe corallienne qui forme tout le mont Turet; elle renferme beaucoup de *Diceras,* de polypiers et l'*Ostrea solitaria,* et repose sur les calcaires massifs du séquanien fossilifère. Ce dernier horizon se prolonge au sud du Colombier. Au-dessous se trouvent les couches de Baden avec leur faune caractéristique *(Amm. Greenackeri, acanthicus, Roberti, lictor, progeron,* etc.). On les voit au col de Crozet, près du Reculet, etc.

La couche coralligène du kimméridien affleure constamment sur le flanc est de la première chaîne du Jura, de Gex au Fort de l'Écluse. On la trouve aussi au nord de Gex.

M. L. Pillet [1] a étudié les couches coralligènes du Mont-du-Chat qu'il rapporte au ptérocérien et il a suivi leurs affleurements vers le nord jusqu'à Charix au bord du lac de Sylan, où ces bancs sont sur le prolongement du gisement bien connu de Valfin. Dans la montagne de Plagne, entre Saint-Germain de Joux et Charix, il a reconnu sous le portlandien (50 ^{m}) un banc oolithique de 30 ^{m} de puissance, rempli de nérinées. (*Stygmatis Bruntrutana* Thurm., *Nerinea Defrancei* d'Orb., *Cryptoplocus consobrinus* Zitt.); au-dessous 20 à 30^{m} de calcaire

[1] Pillet, Le ptérocérien du Mont-du-Chat. *Revue savois.*, 1883, 75.

jaune représentent le ptérocérien typique ; plus bas encore une assise oolithique de 40^{m} fourmille de nérinées, de *Diceras,* de polypiers (*Itieria Staszycii* Zeusch., *multicoronata* Zitt., *melanoides* Zitt., *pygmea* Zitt., *Rhynchonella pinguis* Roem., etc.). Un *Amm. compsus* Opp., a été trouvé dans cet horizon à Valfin. Cette assise repose sur des calcaires gris à *Pholadomya paucicosta* de l'astartien. Le virgulien normal est transformé ainsi que le ptérocérien en calcaire oolithique. Plus au nord le facies typique à *Ostrea virgula* reparaît présentant au milieu de ses couches une intercalation de roches coralligènes. Le Mont-du-Chat donne une coupe semblable à celle de Charix et M. Pillet y a trouvé une faune abondante, identique à celle du ptérocérien inférieur de ce dernier gisement.

Purbeckien. Les recherches de MM. Pidancet et Lory sur le purbeckien du Jura leur ont montré que les gypses de cette formation forment non un dépôt continu, mais des lentilles disséminées. M. Jaccard [1] a pu étudier récemment une de ces lentilles dans le vallon du Locle, l'assise est verticale et comprise entre les dolomies portlandiennes et la mollasse marine ; son épaisseur est de 5 à 6^{m}, sa longueur de 300^{m} environ.

M. H. Schardt [2] a recueilli une belle série de fossiles purbeckiens au pied de la colline de Feurtille près de Baulmes, dans le Jura. Les fossiles sont nombreux dans la couche saumâtre supérieure au calcaire d'eau douce et inférieure au valangien ; on y trouve un mélange de fos-

[1] Jaccard, Note sur le gypse purbeckien du Locle. *Bull. Soc. neuchâtel.*, 1883, XIII, 242. Coupe géologique. *Rameau de sapin*, 1883, 18.

[2] H. Schardt, *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX, XVIII.

siles d'eau douce, saumâtres et marins; parmi ces derniers, M. P. de Loriol a reconnu deux espèces portlandiennes, ce qui appuie l'hypothèse de l'équivalence du purbeckien et du portlandien.

Alpes. M. A. Portis[1] a trouvé beaucoup de fossiles dans les dolomies du haut de la vallée de la Stura de Cuneo près de la frontière française. Il a reconnu 12 espèces de foraminifères, 5 pharetrones, 7 échinodermes, 13 bryozoaires, 26 célentérés et des mollusques. Ces fossiles sont médiocrement conservés; ils ont une grande analogie avec les types du terrain jurassique supérieur, et appartiennent probablement au terrain tithonique; l'auteur cite entre autres l'*Ammonites lithographicus.* Ces couches, surmontées par le terrain nummulitique et le flysch, reposent sur d'autres couches jurassiques et liasiques qui recouvrent elles-mêmes des gypses. Sous ces gypses se trouvent des calcaires du muschelkalk en contact avec les gneiss.

MM. Piolti et Portis[2] ont étudié le calcaire qui forme le sommet du Mont-Tabor, situé à l'O. du col de Fréjus, dans la chaîne du Mont-Cenis. La partie inférieure est constituée en majeure partie par des quartzites. Au-dessus se trouve près du sommet un banc de gypse; la cime elle-même est formée par un lambeau calcaire qui, à peu de distance de là, repose sur le quartzite. Ce calcaire est schisteux, compact; la surface en est couverte de petits nodules allongés qui sont des débris fossiles; on les a attribués à une algue appartenant au genre *Cylin-*

[1] A. Portis, Sui terreni stratificati di Argentera (valle della Stura di Cuneo). *Mem. Accad. Sc. Torino*, 1881, XXXIV.

[2] Piolti et Portis, Il calcare del Monte Tabor (Piemonte). *Atti della R. Accad. d. Sc. Torino*, 1883, XVIII, 287.

drites. Sismonda[1] a remarqué l'analogie de ce calcaire avec celui de la Porte de France. M. Lory l'a rapproché de la lumachelle à *Avicula contorta.* Les auteurs ont reconnu dans les préparations microscopiques de cette roche un reste d'un très petit *Magas.* L'examen des *Cylindrites* leur a fait reconnaître la présence du chlorure de sodium. M. Gastaldi avait identifié cette roche avec celle du Chaberton, que ses fossiles doivent faire classer dans le trias moyen. D'après ces données paléontologiques bien imparfaites et la position de ces calcaires, les auteurs les rapportent, suivant l'opinion de Sismonda, à une époque plus récente, et les placent entre le jurassique et le crétacé.

Facies méditerranéen. La discussion a continué parmi les géologues français sur l'âge des couches à *Ter. janitor.* M. HÉBERT[2] a établi une comparaison entre les coupes des terrains jurassiques supérieurs et crétacés inférieurs, données récemment par divers auteurs. Il met en doute l'exactitude d'un mémoire de M. Jeanjean (Rev. pour 1882, 292), dans lequel les couches à *Ter. janitor* et *Am. transitorius* sont décrites comme intercalées entre les couches à *Am. acanthicus* et le calcaire à *Diceras Lucii*, d'où cet auteur concluait que ces couches représentent le corallien inférieur. Il conteste l'opinion de M. Leenhardt qui, dans sa géologie du Mont-Ventoux, a assimilé au corallien à *Diceras Lucii* des calcaires grumeleux à bélemnites et *Aptychus* supérieurs à la zone à *Amm. tenuilobatus* et recouverts par les calcaires à *Ter. janitor* surmontés des couches de Berrias. Enfin il établit un parallèle entre

[1] *Memor. Accad. S. Torino*, sér. 2, III, 39.

[2] Hébert, Observations sur la position stratigraphique des couches à Terebratula janitor, Am. transitorius, etc., d'après des travaux récents. *Bull. Soc. géol. de France*, 1883, XI, 400.

les coupes données par M. Torcapel dans le Gard, celles qu'il a lui-même publiées de M. Mœsch dans les Alpes suisses, et la coupe de l'Axenstrasse, que vient de donner M. Stutz. Toutes ces coupes montrent au-dessus de la zone à *Amm. tenuilobatus*, classée par M. Hébert dans l'oxfordien, un horizon coralligène à *Diceras Lucii*, puis la zone à *Amm. transitorius*, inférieure au niveau de Berrias. Les schistes à *Aptychus* si développés dans les coupes de M. Mœsch, manquent dans celles de M. Stutz, et d'autres termes de la série font aussi défaut ailleurs. Les deux premiers horizons ont une faune essentiellement jurassique. La troisième passe au terrain néocomien. « Plus on étudie comparativement le calcaire de Berrias et le calcaire à *Ammonites transitorius*, plus, dit M. Hébert, il devient difficile de les séparer. Je les considère comme représentant dans leur ensemble, l'étage wealdien du nord. »

M. Torcapel[1] pense qu'il y a synchronisme et passage latéral des couches à *Ter. janitor* aux bancs à *Cidaris glandifera ;* les couches à *Amm. transitorius* se trouvant tautôt sous les couches à *Ter. Moravica* (coupes de M. Mœsch dans les Alpes suisses), tantôt au-dessus (coupes de M. Neumayr en Transylvanie), il en résulterait que ces deux facies sont contemporains.

M. Parran[2] constate la différence qui existe dans la succession des assises entre l'Ardèche, le Gard et l'Hérault, et il donne la coupe suivante :

[1] Torcapel, Couches à Ter. janitor. *Bull. Soc. géol.*, 1883, XI, 539.

[2] Parran, Observations présentées à la suite de la note de M. Torcapel. *Bull. Soc. géol.*, 1883, XI, 540.

Ardèche (*Berrias*).	*Gard.*	*Hérault* (*Ganges*).
Calcaires à Terebr. diphyoides.		
Calcaires marneux à Aptychus et Ter. janitor.	Lacune.	Calcaires blancs coralligènes.
Calcaires massifs ruiniformes et dolomitiques à Terebr. janitor, Am. transitorius, etc.		
Calcaires lithographiques à Amm. polyplocus.		

Ce tableau démontre que les calcaires à *Ter. janitor* et les calcaires à *Ter. Moravica* ont le même toit (calcaires à *Ter. diphyoides*) et le même mur (calcaires ruiniformes), ce qui n'implique pas nécessairement leur synchronisme. 2° les types d'affinités néocomiennes qui se montrent dans les calcaires à *Ter. janitor* ont leurs précurseurs dans les calcaires ruiniformes qui appartiennent à la série jurassique. Il y a donc dans l'Ardèche un passage gradué du jurassique au néocomien, tandis que dans l'Hérault, la ligne de démarcation est beaucoup plus tranchée entre les calcaires à *Ter. moravica* qui ont un caractère nettement jurassique, et les calcaires à *Ter. diphyoïdes* qui sont franchement néocomiens.

Signalons encore sur ce sujet une note dans laquelle M. DE ROUVILLE[1] a résumé les caractères stratigraphiques qui distinguent le jurassique supérieur méditerranéen de celui de l'Europe centrale, et les belles recherches de M. LEENHARDT[2] sur la région du Mont-Ventoux que je ne puis qu'indiquer en passant.

M. BÖHM[3] a publié la monographie des bivalves des

[1] P. de Rouville, Quelques mots sur le jurassique supérieur méditerranéen. *Rev. des Sc. natur.*, 1883.

[2] Leenhardt, Étude géologique de la région du Mont-Ventoux. Montpellier, 1883.

[3] G. Böhm, Die Bivalven der Stramberger Schichten. Palæont. *Mittheil. aus dem Mus. d. k. bayr. St.*, 1883, II.

couches de Stramberg, continuant ainsi la description des fossiles de cette formation commencée par M. Zittel. L'auteur ne peut admettre qu'il y ait dans ce gisement, suivant l'opinion émise par M. Hébert, un mélange d'une faune jurassique à *Terebr. moravica* et d'une faune crétacée à *Terebr. janitor*. Il n'admet pas non plus qu'une faille ait juxtaposé les deux horizons, les blocs exotiques isolés renfermant le même mélange de faunes que le gisement principal. La similitude complète de la faune des bivalves et des gastéropodes, le conduit à regarder cet horizon comme l'équivalent exact de celui de Wimmis, d'Inwald et du Salève; tandis que d'après M. Zittel ces trois gisements appartiennent à un horizon plus ancien, le tithonique inférieur.

Si l'on considère le corallien à *Ter. moravica* et les calcaires à céphalopodes à *Ter. janitor* comme des facies contemporains, on comprend que dans le midi de la France ils reposent l'un et l'autre sur les couches à *Amm. tenuilobatus* et se remplacent mutuellement, quoiqu'on les trouve parfois associés.

La faune des bivalves a en général un caractère jurassique; les genres *Unicardium*, *Diceras*, *Isoarca*, y sont fortement représentés; elle a bien des rapports avec celle de Saint-Mihiel et de Valfin. Sur les 149 espèces qui la composent, 96 sont certaines; 68 d'entre elles sont nouvelles, et parmi elles, 67 sont spéciales à Stramberg. Des 29 espèces communes à d'autres dépôts, 19 sont connues hors des dépôts alpins; 11 d'entre elles ont une valeur stratigraphique; ce sont entre autres 5 espèces de Kelheim et de Nattheim, 3 de Valfin et une espèce crétacée du valangien et de l'urgonien *(Lithophagus avellana)*.

T. CRÉTACÉS. Nous avons déjà résumé (Rev. pour 1882,

297) les considérations présentées par M. Uhlig sur la faune des couches de Wernsdorf dans les Carpathes et leurs équivalents, le barrémien dans l'Europe occidentale. Nous ne revenons sur ce sujet que pour signaler la publication[1] d'une monographie de cette faune avec 32 planches de fossiles, dans laquelle l'auteur a développé ses conclusions sur cet horizon du terrain néocomien.

Après avoir décrit ses relations stratigraphiques avec les assises néocomiennes des Beskides, il discute les observations sur le néocomien dans la vallée du Rhône et les classifications qui en ont été données par d'Orbigny, Coquand, Lory et Pictet. Puis il énumère la faune des couches de Wernsdorf, et il constate les rapports paléontologiques étroits qui l'unissent à la faune barrémienne, dont elle est l'équivalent. La faune barrémienne est essentiellement une faune méditerranéenne. L'auteur a fréquemment complété la description et les figures des types des Carpathes par ceux du midi de la France, dont la collection Pictet (musée de Genève) lui a fourni de nombreux exemplaires. Voici la liste des espèces communes à ces deux contrées :

Belemnites Grasi Duv.	Macroscaphites Yvani Puz.
» aff. extinctorius Rasp.	Hamulina Astieri d'Orb.
» minaret Rasp.	» Lorioli Uhl.
Nautilus plicatus Fitt.	Ptychoceras cf. Puzosianum d'Orb.
Phylloceras infundibulum d'Orb.	Anisoceras aff. obliquatum d'Orb.
» Thetys d'Orb.	Haploceras difficile d'Orb.
Lytoceras Phestus Math.	» cassidoides Uhl.
» recticostatum d'Orb.	» Charrierianum d'Orb.
» Grebeniamum Tietze.	» Liptoviense Zeuschn.

[1] V. Uhlig, Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten. *Denkschr. mathem. naturw. Class. Akad. d. Wissensch.* Wien, 1883, XLVI.

Haploceras aff. Boutini Math.
» Melchioris Tietze.
Silesites vulpes Coq.
» Trajani Tietze.
Holcodiscus Caillaudianus d'Orb.
» Gastaldinus d'Orb.
Pulchellia galeata Buch.
Pulchellia Didayi d'Orb.
Acanthoceras cf. Milletian. d'Orb.
Crioceras Emerici Lév.
» Audouli Ast.
» Tabarelli Ast.
» dissimile d'Orb.
» trinodosum d'Orb.

M. Pillet [1] a décrit sous le nom de *Carcharodon longidens* une dent de grandes dimensions [2] qu'il a trouvée dans les schistes rouges et verts de la vallée d'Abondance au-dessus de cette ville. Ces schistes, qui sont recouverts immédiatement par le flysch, ont été classés depuis plusieurs années par les géologues suisses, dans le terrain crétacé supérieur. Les fossiles y sont rares et mal conservés.

Terrains cénozoïques.

T. tertiaires. Grâce au zèle de plusieurs amis de feu Ph. De la Harpe, [3] une nouvelle et dernière livraison de son ouvrage sur les nummulites de la Suisse a pu être publiée avec cinq planches renfermant les dessins originaux de l'auteur, reproduits par la phototypie. Cette livraison comprend la description des nummulites du groupe de la *Numm. Murchisoni*.

M. F. Doge [4] a récolté un grand nombre de nummu-

[1] Pillet, Description d'une nouvelle espèce de Carcharodon fossile. *Mém. Acad. de Savoie*, 1883, IX.

[2] Longueur du bord antérieur $0^m,103$, largeur max. $0^m,032$, épaisseur $0^m,013$.

[3] Ph. De la Harpe, Étude des nummulites de la Suisse et revision des espèces éocènes des genres Nummulites et Assilina. 3e part. *Mém. Soc. paléont. suisse*, 1883, X.

[4] F. Doge, *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX, II.

lites dans un banc de grès du flysch, au Schweinsberg, près du lac Noir (Fribourg).

Je résume ici la description donnée par M. GUTZWILLER [1] des terrains tertiaires de la région située au sud du lac de Constance et du Rhin. La mollasse d'eau douce supérieure en occupe la plus grande partie ; les terrains tertiaires inférieurs ne se montrent qu'à deux places éloignées l'une de l'autre et où leurs affleurements sont très limités, au N.E., entre Saint-Gall et Rorschach, au N.O. entre Adelfingen et Schaffhouse.

Les affleurements principaux de la *mollasse d'eau douce inférieure* sont dans les environs de Reutz et de Berneck sur le prolongement de la chaîne du Gäbris et à la base de la mollasse marine de Saint-Gall et de Rorschach.

Les roches qui la constituent sont : 1° la nagelfluh polygénique et 2° des marnes et des grès beaucoup plus puissants que la nagelfluh. Dans ces derniers, il faut signaler la mollasse granitique, mollasse à gros grains avec feldspath et mica, formant une zone étroite qui s'étend de Saint-Margarethen dans la vallée du Rhin à Bolligen au lac de Zurich ; la pierre de Heiden, pierre à pavés ; le grès d'Appenzell ou mollasse subalpine, etc. Cette formation plonge au N.E., sauf aux environs de Reute et de Berneck où passe le pli anticlinal nord et où le plongement devient brusquement sud. Les fossiles sont rares, ce sont surtout des plantes dont la plupart ont déjà été indiquées par M. Heer. Des blocs erratiques trouvés à Saint-Gall même, ont fourni un certain nombre de plantes de cette époque. Ce même terrain se trouve encore sur la rive gauche du Rhin près de Schaffhouse ainsi que le terrain suivant.

[1] Geologische Beschreibung...

Mollasse marine. Elle forme une zone étroite qui s'étend des environs de Rorschach sur le lac de Constance, par Saint-Gall à Hérisau, où elle disparaît jusqu'au lac de Zurich. Les roches sont les mêmes que celles de la mollasse d'eau douce ; aussi la limite de ces formations est-elle difficile à fixer ; le grès coquillier (*Muschelsandstein*) en constitue une partie importante ; l'auteur donne une série de coupes et un catalogue d'environ 450 espèces d'animaux fossiles, la plupart mollusques, trouvés dans cette formation, plus 19 espèces végétales.

Mollasse d'eau douce supérieure. Terrain très uniforme dans sa nature et sa disposition, formé de nagelfluh polygénique, de grès et de marnes avec quelques bancs de lignite ; les couches en sont presque partout horizontales. M. Biedermann[1] a trouvé une faune importante, contenant plusieurs mammifères, dans les lignites de cette formation aux environs d'Elgg.

La nagelfluh de la mollasse d'eau douce inférieure du canton de Saint-Gall renferme beaucoup de cailloux impressionnés, écrasés ou striés. Ils sont abondant au Weniger-Weiher, dans la zone qui forme la base de la mollasse marine. Ce sont des cailloux de calcaire, de grès, de quartzite, de granit, de gneiss, etc., dans lesquels ces déformations sont très accentuées; les impressions profondes dans ces dernières roches sont toujours accompagnées de fissures qui en partent dans toutes les directions ; les fragments brisés sont souvent déplacés et les plans de glissements sont généralement parallèles à ceux des couches ; des cassures sans impressions sont fréquentes.

[1] Petrefacten aus der Umgegend von Winterthur. II Die Braunkohlen von Elgg. 1863.

Ces phénomènes sont certainement une conséquence du soulèvement.

D'après M. SCHALCH [1], la formation sidérolithique est très développée sur la rive droite du Rhin au nord de Schaffhouse, et principalement au milieu des calcaires en dalles du terrain jurassique supérieur ; elle a comblé des dépressions ou a formé des nappes que l'érosion a considérablement diminuées, et elle remplit les fissures et les crevasses des calcaires massifs ; c'est une argile jaunâtre, rouge et violette dans laquelle on trouve le minerai de fer en proportions variables et sous forme de pois de grosseurs diverses. Des fossiles jurassiques remaniés s'y rencontrent fréquemment, mais on n'y a encore reconnu aucun fossile de nature à indiquer l'âge de ce dépôt. Les relations stratigraphiques prouvent qu'il est antérieur à celui de la mollasse marine; il serait donc miocène inférieur, oligocène, ou même éocène.

Au nord du Rhin, la région de la mollasse se divise en deux districts dans lesquels les dépôts ont été différents ; l'un, la région du Jura, où la mollasse d'eau douce inférieure manque et qui appartient au bassin de la haute Souabe; l'autre, plus près du lac de Constance qui appartient au type suisse.

Le tableau suivant établit le parallélisme entre les deux régions :

[1] Geologische Beschreibung.....

a. ZONE SUBJURASSIQUE	*b.* ZONE CENTRALE.
Calcaires d'eau douce à flore d'Œningen, dans la région des tufs volcaniques du Höhgau.	Mollasse d'eau douce supér^{re} et calcaire d'eau douce d'Œningen.
Gypse du Hohenhöwen.	
Nagelfluh jurassique.	
Marne à Helicites, grès calcaires à Dreissena clavæformis, à Büttenhardt.	Manque.
Mollasse marine (calcaires grossiers).	Grès coquillier.
Manque.	Mollasse d'eau douce inférieure.

La nagelfluh jurassique, formation puissante de cailloux des terrains jurassiques et triasiques qui paraissent venir de Bâle et de l'Argovie, recouverte à Hohenhöwen d'un dépôt de gypse (avec *Mastodon angustidens* Cuv., *Xiphodon gracile* Cuv., *Paleomeryx minor* v. Mey., *minimus* v. Mey., *Scheuchzeri* v. Mey., etc.), sont des dépôts bien différents de celui de la mollasse d'eau douce supérieure dont les caractères sont tout à fait analogues à celle de Saint-Gall. M. Schalch donne le catalogue des végétaux et animaux fossiles de ce dernier terrain que les carrières d'Œningen ont fournis en grande abondance ; l'épaisseur de cette mollasse est de 250^{m} au Schienerberg.

Les basaltes, les phonolithes et les tufs de ces formations font aussi partie des terrains tertiaires de cette contrée. Les basaltes ont fait éruption à Hohenhöven et Hohenstoffeln, et sont des basaltes néphéliniques à mélilithe[1].

[1] Ils ont été encore décrits récemment par M. Stelzner : Ueber Melilith und Melilithbasalt. *Neu. Jahrb.*, *Beil.-Band*, II, 1882, 424.

Les phonolithes ont fait éruption à Hohentwiel, à Hohenkrahen et sur plusieurs autres points ; ce sont des phonolithes à noséane ou haüyne. L'auteur donne la description et une série d'analyses de ces roches, d'après les derniers travaux qui ont paru sur ce sujet. Les tufs phonolithiques renferment beaucoup de fragments de gneiss et de granit de la Forêt-Noire, ainsi que de roches triasiques et jurassiques. Ils sont contemporains du calcaire d'eau douce d'Œningen ; les éruptions ont donc eu lieu à la fin de l'époque miocène ; celles des basaltes doivent avoir été à peu près simultanées. Ces éruptions sont réparties le long de deux cassures parallèles.

M. Probst [1] a décrit les plantes fossiles de la mollasse de Heggbach près de Biberach et de quelques autres gisements de la haute Souabe ; la première partie de ce travail traite seulement des Dicotylédonées.

M. de Tribolet [2] a décrit et figuré le singulier affleurement de terrain tertiaire, signalé autrefois par Gressly dans les gorges de l'Areuse. Il s'étend du Champ-du-Moulin à la hauteur du barrage de l'Areuse au tunnel de la Verrière, sur une longueur d'un kilomètre et demi et une largeur de 50^{m}, et il occupe tout le versant de la montagne, du pied des rochers, qui forment le flanc nord de la chaîne, à la rivière. L'auteur indique dans une coupe 18 assises qui la constituent, formées d'alternances

[1] Probst, Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Mollasse von Heggbach, O.-A. Biberach, und einigen anderen oberschwäbischen Localitäten. *Jahresh. d. Ver. für vaterländ. Naturkunde*. Wurtemberg, 1882, 98.

[2] M. de Tribolet, Notes géolog. et paléont. sur le Jura neuchâtelois. X. Note sur le terrain tertiaire du Champ-du-Moulin. *Bull. Soc. neuchâtel.* 1883, XIII.

de marnes vertes, de mollasse et de calcaire. La couche n° 15 a fourni les espèces suivantes :

Glandina inflata Reuss, Limneus socialis Schubl., minor Thomae, Hydrobia Aturensis Noul., Planorbis cornu Br. (var. subteres Sandb.), Pl. depressus Grepp. (non Nyst.), Helix rugulosa Mart., Unio flabellata Gold., Chara sp.

fossiles qui appartiennent tous à la mollasse d'eau douce inférieure. Cette mollasse paraît limitée à la partie la plus basse du Jura neuchâtelois, les vallées intérieures renfermant des dépôts de la mollasse marine ou de la mollasse d'eau douce supérieure. Dans le Jura bernois la mollasse d'eau douce inférieure se rencontre dans un grand nombre de vallées. La disposition des assises crétacées au contact du tertiaire ne permet pas d'expliquer par des failles comme le fait M. Jaccard, la structure de ce vallon ; il faut l'attribuer à un pli synclinal très resserré[1].

T. pliocène. M. Taramelli[2] a décrit un gisement pliocène découvert récemment dans le vallon de Guardavalle, prés de Cheglio au nord de Taino, entre le lac de Comabbio et le lac Majeur, gisement qui n'a pas été indiqué sur la feuille XXIV de la carte fédérale. Cet affleurement très riche en fossiles est recouvert par un terrain glaciaire plus ou moins stratifié qui indique la présence d'un lac dont les eaux étaient retenues par les moraines. L'argile pliocène est régulièrement inclinée au S.-O. et ne passe nullement au terrain glaciaire qui la recouvre ; elle repose en discordance sur le poudingue miocène. Le

[1] Des coupes de ce même gisement ont été publiées par M. Jaccard et M. Roulet dans le *Rameau de Sapin*. Neuchâtel, 1882.

[2] Taramelli, Di un giacimento di argille plioceniche, fossilifere, recentamente scoperto presso Taino, a levante di Angera. *Rendic. del R. Istit. lombardo*, 1883, XVI.

pliocène marin se montre dans cette région par lambeaux isolés, et les sables jaunes manquent au-dessus comme dans beaucoup d'autres points au pied des Alpes. M. Taramelli pense que le soulèvement post-pliocène de la chaîne a été très rapide et il ne peut admettre l'hypothèse de la présence au pied des Alpes d'une mer à laquelle auraient abouti les glaciers.

M. Parona [1] a étudié la faune du gisement de Taino décrit par M. Taramelli ; il y a reconnu 123 espèces qui sont en majeure partie des gastéropodes et des bivalves ; c'est un des plus riches gisements de la Lombardie après celui de Cassina Rizzardi qui renferme 156 espèces et présente un mélange de faune littorale et de faune profonde. L'auteur a dressé un tableau de la faune des gisements de la plaine lombarde. Il signale en tout 275 espèces dont 248 se retrouvent dans le pliocène de l'Apennin septentrional, 187 dans le miocène supérieur, 117 sont encore vivantes, surtout dans la Méditerranée.

M. Bonardi [2] a fait une série d'analyses chimiques des argiles pliocènes et glaciaires de la haute Italie. Les premières sont prises à Grinasco, Gozzano, Angera, Folla di Induno, etc., les secondes à Angera, Gozzano, Balerna et Leffe (préglaciaire). Au point de vue chimique, la distinction entre les argiles de ces deux époques est très nette. A Balerna, où les deux se trouvent, la première est une vraie argile ; la seconde ressemble beaucoup plus à une marne.

[1] Parona, Esame comparativo della fauna dei varj. lembi pliocenici lombardi. *Rendic del R. Istit. lomb.*, 1883, XVI.

[2] Bonardi, Analisi chimica di alcune argille glaciali e plioceniche dell' alta Italia. *Boll. della Soc. geol. d'Italia*, 1883, II.

T. QUATERNAIRE. M. PILLET [1] a retracé le développement de la période quaternaire dans les environs de Chambéry en décrivant les districts d'Aix-les-Bains, de Chambéry, de Montmélian, du Châtelard, de Ruffieux et d'Yenne. Chacune de ces descriptions est accompagnée d'une coupe et d'une carte géologique. Je me borne à relever quelques faits dans cette étude minutieuse, qui indique les transformations subies par ces contrées, depuis le moment où leur relief actuel s'était dessiné dans ses grands traits, à la fin de la période miocène, jusqu'à l'époque actuelle.

Le canton d'Aix dans lequel on trouve des alluvions préglacières a été envahi par le glacier de l'Isère marchant du sud au nord ; on n'y trouve pas de traces du glacier du Rhône ; mais le fleuve sortant de ce glacier s'écoulait par là au moment du retrait des glaciers et a laissé des graviers à 60 ou 80^{m} au-dessus de son niveau actuel. Plus tard, il abandonna le bassin d'Aix.

Après l'époque miocène, le canton de Chambéry était occupé entre le Mont-du-Chat et les Bauges par un lac dont la surface était à 79^{m} au-dessus du sol actuel de Chambéry ; il communiquait avec un autre lac qui s'étendait au sud jusqu'à Grenoble et au nord jusqu'à Seyssel. Les glaciers étaient arrivés déjà jusque sur sa rive et y avaient formé un puissant delta, lorsque la formation de la gorge de Pierre Châtel amena l'écoulement de ses eaux ; les dépôts exondés furent couverts d'une végétation qui forma les lignites de Sonnaz, de la Mothe et de Voglans, recouverts ensuite par les dépôts du gla-

[1] Pillet, Étude sur les terrains quaternaires de l'arrondissement de Chambéry. *Mém. de l'Acad. de Savoie*, 1883, IX.

cier alpin, s'avançant parallèlement avec un glacier secondaire qui suivait le cours de la Leysse.

Au moment de la fonte du glacier, l'Isère qui, jusqu'alors avait déversé ses eaux par la cluse de Chambéry se fraya une issue vers le sud par Romans et Valence; ce qui priva dès lors le bassin de Chambéry de toute alluvion postglaciaire provenant des Alpes ; mais les rivières locales y accumulèrent des masses énormes de graviers.

Suivant M. GUTZWILLER, [1] les formations quaternaires des cantons de Saint-Gall et Thurgovie sont les suivantes à partir des plus anciennes :

1° La nagelfluh poreuse ou diluvienne (*löcherige Nagelfluh*) déjà décrite par cet auteur (Rev. pour 1880, 248) pour le canton de Zurich, et qui présente ici les mêmes caractères. Elle date de l'époque glaciaire et en majeure partie de la première extension des glaciers ; son épaisseur est d'environ 50^m ; elle est très développée près de Bischoffzell et de Stammheim ; dans le premier endroit les trois quarts de ces matériaux proviennent de la nagelfluh miocène, et le reste, de la mollasse subalpine. Elle est souvent recouverte par le terrain glaciaire informe et on trouve même dans ce terrain quelques blocs de la nagelfluh diluvienne ; ce qui indique qu'après son dépôt, le glacier a de nouveau envahi la contrée.

2° Lignite de Mörschwyl, de même âge que celui d'Utznach et de Wetzikon ; la coupe du gisement est la suivante de bas en haut.

1. Sable.
2. Cailloux et argile sableuse $0^m,3$; les cailloux sont plutôt petits et plus ou moins arrondis; ils sont formés de calcaires et de grès et

[1] Geologische Beschreibung...

aussi de schistes amphiboliques, diorites, etc., qui ne se trouvent pas dans la nagelfluh mais qui sont d'origine glaciaire.

3. Lignite (banc inférieur) non exploité, $0^m,25$.

4. Argile compacte avec quelques cailloux. $1^m,5$.

5. Lignite (banc supérieur), 1^m-$1^m,3$ avec quelques feuillets argileux.

6. Argile grise, renfermant quelques traces de plantes et de charbon; structure feuilletée, $0^m,15$-3^m.

7. Sable meuble, ressemblant à de la mollasse broyée.

8. Terrain erratique, argile et blocs, 20 à 25^m.

Ces lignites, dont les restes végétaux ont été décrits par M. Heer, doivent donc être regardés comme interglaciaires; il faut admettre que, après une première extension, les glaciers se sont retirés au moins jusqu'au pied des Alpes pendant leur formation, pour envahir ensuite de nouveau la plaine.

3° Terrain erratique, non stratifié, déposé directement par le glacier, très abondant, formant par places des moraines bien définies. Les grands blocs erratiques sont rares. Le glacier du Rhin s'est étendu sur toute cette contrée, recouvrant les plus hauts sommets; on trouve des blocs sur le Kayen près de Heiden à 1118^m. Le mélange des blocs de nagelfluh du Speer et de sernifite rouge avec les blocs ordinaires dans la contrée au sud de Winterthur indique que la branche du glacier qui s'est bifurquée à Sargans est venue jusque-là et s'y est réunie de nouveau au glacier principal. Dans le bas Toggenburg, celui-ci s'est uni au glacier du Sentis et des Churfursten et a mêlé ses dépôts aux leurs. Les traînées de blocs de grès coquillier (*Seelaffe*) permettent de préciser quelles ont été, à divers moments, les directions suivies par le glacier et ses mouvements.

4° Alluvions glaciaires, déposées par les eaux s'écoulant du glacier, stratifiées, déposées irrégulièrement, con-

tenant encore des blocs anguleux et des cailloux striés. M. Kollbrunner y a trouvé près de Roggwyl, des ossements du *Bos primigenius* et du *Bos priscus*.

5° Alluvions postglaciaires, formées de cailloux roulés, disposées sur des plateaux et en terrasses le long des vallées.

Les formations plus récentes consistent en alluvions diverses, cônes torrentiels, tourbe, tufs et éboulements.

Sur la rive nord du Rhin, M. Schalch a reconnu aussi le grand développement de la nagelfluh poreuse dont les matériaux proviennent pour la plupart des Alpes et qu'il attribue comme M. Gutzwiller à la première extension de glaciers ; beaucoup de dépôts meubles de sable, de graviers doivent être rapportés à cette même époque ; le terrain glaciaire est abondant, mais M. Schalch n'a pas pu reconnaître d'une manière positive la présence de glaciers jurassiens ; la plus grande partie de cette région est encore dans le domaine du glacier du Rhin.

M. Stapff [1] a continué la publication de ses recherches sur la vallée du Tessin par une étude sur la formation des lacs. On doit rapporter leur origine aux causes les plus diverses. Les uns, comme les petits lacs du col du Gothard, sont simplement des dépressions dues aux inégalités de la surface des bancs verticaux de gneiss ; d'autres sont dus à des plis synclinaux des roches, à des dénivellations causées par des failles et agrandies par les eaux ; plusieurs ont la forme de bassins plus ou moins circulaires, ouverts du côté d'aval et dont il est difficile d'expliquer l'origine; ils se trouvent souvent à la hauteur

[1] Stapff, Geologische Beobachtungen im Tessinthal. 4. Seebildungen. 5. Spuren der ældtesten Bewohner, 1883. Ces deux chapitres ont paru à part et non dans la *Zeitschr. d. d. geol. Ges.* comme les premiers.

des cordons littoraux marins signalés par l'auteur (Rev. pour 1880, 171) et pourraient être attribués à l'action de la mer. Quelques-uns appartenant aux mêmes niveaux sont simplement des anciens golfes fermés par des barres ou des récifs.

On ne peut attribuer l'origine d'aucun de ces lacs à l'action directe des glaciers. L'auteur a pu observer comment les affluents les remplissent peu à peu. Dans le lac Sella, une île qui, en 1851, était à 40^m de la rive, n'en est plus maintenant qu'à 3^m. Dans 315 ans ce lac de 450^m de long aura, d'après cette progression, entièrement disparu. Le remplissage du lac Lucendro se fait un peu plus lentement. Le lac Ritom a considérablement diminué. La végétation s'établit dans les dépressions et les marécages des deltas et forme une tourbe souvent recouverte de nouvelles couches d'alluvions. M. Stapff décrit les alluvions torrentielles de la rive S.-E. du lac Majeur, qui datent d'une époque où le lac était de 30 à 40^m plus haut qu'aujourd'hui. Il signale ensuite les dépôts glaciaires et postglaciaires reconnus dans la section de la Reta dans la Levantine moyenne; sur la moraine profonde se trouve une argile stratifiée provenant des glaciers et qui indique la présence d'un ancien lac; elle renferme des concrétions argileuses formées par des lamelles concentriques. Cette argile contient des traces d'industrie humaine, des débris de diatomées et de plantes qui vivent encore aujourd'hui à la limite supérieure de la végétation. Ce lac de la Levantine moyenne avait une grande étendue, et diverses coupes en précisent exactement le niveau; on trouve aussi de nombreuses traces de celui de la Levantine supérieure. M. Stapff a réuni dans ce mémoire un grand nombre d'observations de détail que je

ne puis reproduire, et il les a résumées dans un tableau qui donne la série de dépôts quaternaires dans chacune des parties de la vallée du Tessin.

Les phénomènes de l'époque glaciaire sont compliqués dans cette région par le fait qu'elle a coïncidé avec le retrait de la mer et le soulèvement du sol.

Cet auteur n'a reconnu qu'une seule période glaciaire dans le Tessin. Il résume de la manière suivante la coupe générale des terrains quaternaires :

Récent.	1	*Alluvions* (tourbe, tuf), éboulements, cônes torrentiels. Moraines terminales actuelles, marmites de géants, érosions, etc.
Époque glaciaire. Soulèvement progressif du sol. Retrait.	2	*Argile micacée.* Cônes torrentiels, terrasses (eau douce).
	3	*Sables.* Gravier, argile, tourbe, blocs erratiques inférieurs.
Accroissement.	4	*Dépôt glaciaire.* Cailloux striés anguleux, moraines frontales, roches polies, blocs erratiques supérieurs.
	5	*Sable.* Cordons littoraux, trous de pholades.
	6	*Argile.* Dépôt saumâtre glaciaire, cordons littoraux, trous de pholades.
?	7	*Alluvions.* Ceppo et ferrata de la plaine lombarde.
Pliocène.		Faune marine.

T. glaciaire. M. FALSAN[1] a donné un résumé de la monographie des anciens glaciers du bassin du Rhône qu'il a publiée en collaboration avec M. Chantre (Rev. pour 1875, 384). Après des considérations générales sur le terrain glaciaire et son origine, il décrit les glaciers

[1] Falsan, Esquisse géologique du terrain erratique et des anciens glaciers de la région centrale du bassin du Rhône. Lyon, 1883.

du Rhône, de la Savoie et du Dauphiné, puis ceux du Pilat, du Lyonnais et du Beaujolais ; enfin il examine l'influence des phénomènes glaciaires sur le climat, la faune et la flore de la région centrale du bassin du Rhône. La coupe du glacier du Rhône sur toute sa longueur et une carte résumant la distribution des glaciers ont été reproduites dans ce nouveau travail. Ayant déjà rendu compte de l'ouvrage de MM. Falsan et Chantre, je me bornerai à citer ici quelques lignes de l'introduction relatives aux deux périodes glaciaires.

« Quant à moi, dit M. Falsan, avec M. le professeur Favre de Genève, M. Desor, avec M. le marquis de Saporta, etc., je soutiens, jusqu'à preuve évidente du contraire, l'unité de la période glaciaire, tout en admettant des phases plus ou moins longues d'avancement et de recul des anciens glaciers. Ainsi, d'après tout ce que j'ai vu pendant le cours de mes nombreuses recherches sur ce terrain, je reconnais que les anciens glaciers ont oscillé en Suisse, à Utznach, à la Dranse, au Bois de la Bâtie, etc., mais rien ne m'a prouvé qu'ils aient disparu complètement et qu'ils aient envahi plusieurs fois les plaines des Dombes et du bas Dauphiné pour s'étendre jusqu'à Lyon... »

M. Jaccard [1] a signalé la découverte sur le bord du lac de Neuchâtel à Saint-Blaise, d'un bloc de serpentine qui avait été pris d'abord pour de la jadéite.

M. de Tribolet [2] a trouvé près de Neuchâtel un bel échantillon de minerai de nickel à l'état erratique et provenant sans doute du val d'Anniviers.

[1] *Bull. Soc. Neuchâtel*, 1883, XIII, 400, 424.
[2] *Bull. Soc. Neuchâtel*, 1883, XIII, 400, 424.

On pensait jusqu'ici que la limite orientale du glacier du Rhône passait du Gurnigel par le Gurten aux environs de Berne et au Grauholz dans la direction du Hasli près de Berthoud. Cependant des trouvailles isolées de blocs valaisans jusque dans la vallée de l'Emme et de l'Ilfis semblaient indiquer qu'une branche du glacier avait envahi cette vallée, quoique l'explication de ce fait parut difficile. M. BACHMANN [1] s'est occupé de cette question. Par suite des oscillations des glaciers, on trouve bien aux environs de Berne des blocs du glacier du Rhône sur un terrain occupé précédemment par celui de l'Aar; le même terrain a été recouvert successivement par les deux glaciers, mais un fait de cette nature ne pouvait s'étendre aussi loin que l'Emmenthal.

Les nombreux blocs découverts récemment dans cette vallée indiquent qu'à l'époque de la grande extension, alors que le glacier du Rhône avait une épaisseur colossale, son bord droit traversait la vallée de l'Aar et les vallées latérales suivant une ligne droite qui passait du Gurnigel le long du flanc nord du Kurzenberg dans la direction d'Eggiwyl et de là à Sumiswald, Wasen et Hutwyl en recouvrant ou refoulant le glacier de l'Aar. Ce serait la limite du glacier du Rhône pendant son extension maximum ; plus tard cette limite fléchit vers l'ouest et passa par Berne et Berthoud. On peut supposer qu'il y a eu des phénomènes semblables à celui-ci plus au nord, au contact des glaciers de la Reuss et du Rhône.

M. BOURGEAT [2] a fait des recherches sur l'ancienne

[1] I. Bachmann, Ueber die Grenze des Rhone-Gletschers im Emmenthal. *Mittheil. Bern*, 1883, 6.

[2] Bourgeat, De l'envahissement des glaciers de la Dôle dans les vallées situées au couchant de la Bienne. *Annales Soc. scientif.* Bruxelles, 1883, 131.

extension des glaciers du Jura dans les vallées situées à l'ouest de la Bienne. Une série de moraines se trouve dans la Combe-des-Prés, vallée étroite comprise entre Château des Prés et les Prés de Valfin, et ces dépôts se continuent en amas considérables au S. et à l'O. de cette vallée, située elle-même à 200^m au-dessus du niveau de la Bienne. Après avoir fait plusieurs observations isolées, l'auteur a reconnu peu à peu la grande abondance de ces amas, la présence de roches polies, moutonnées, de nombreux cailloux striés ; le mélange général de blocs des divers horizons jurassiques et crétacés, lui a prouvé que ces dépôts ne sont pas locaux. Un grand glacier descendait de la chaîne de la Dôle (1400-1650^m), s'écoulait dans la vallée de la Bienne et se joignait au glacier de Bellefontaine et à d'autres affluents; à Valfin il se divisait en deux branches; à chaque rencontre avec un affluent latéral, c'était celui-ci qui prenait la place du glacier principal, repoussé vers les cols et se déversant dans une vallée voisine. Les blocs erratiques sont à 1060^m aux cols de la Savine et du Cernois, à 700 ou 800^m à la Rixouse ; la branche qui passait par Château-des-Prés, s'élevait à 1000^m environ, celle de Valfin à 800^m; l'épaisseur de la glace, de 200 à 400^m dans la vallée de la Bienne près du col de la Savine, n'était plus que de 250^m à Valfin. La largeur du glacier était très variable. Une petite carte en représente la marche et l'étendue.

Le même auteur [1] s'est préoccupé de l'origine d'amas de sables situés à une grande hauteur dans la chaîne du Jura et tout à fait en dehors de l'action des cours d'eaux

[1] Bourgeat, Note géologique sur quelques curieux dépôts de sable dans l'intérieur du Jura. *Bull. de la Soc. d'agric., sc. et arts de Poligny*, 1803.

actuels ; il les a remarqués aux environs de Poligny, à Prénovel, Chaux-des-Prés, aux Prés de Valfin, etc. ; ils sont nettement stratifiés et formés d'un sable bien lavé, et en grains arrondis. Au Grand-Essart, ils sont en rapport direct avec un dépôt glaciaire. L'auteur attribue leur formation à des petits lacs ou étangs provisoires dus à des barrages opérés par des moraines. La présence d'argiles compactes qui sont à la base de plusieurs de ces dépôts et dans lesquelles on trouve beaucoup de coquilles d'eau douce appuient cette hypothèse. Ces argiles sont dues au lavage des moraines, aussi est-ce dans leur voisinage immédiat que ces amas sont les plus puissants.

MM. Fugger et Kastner [1] ont signalé, dans le voisinage de la ville de Salzbourg, au pied du Gaisberg, des amas considérables de terrain glaciaire, et en particulier des moraines situées à des hauteurs différentes au-dessus du fond de la vallée. Ils les rapportent à deux périodes glaciaires distinctes, séparées par une phase d'érosions.

Quelques chapitres de l'ouvrage de M. Penck [2] sur la période glaciaire dans les Alpes bavaroises et tyroliennes (Rev. pour 1882, 316), ont été publiés à part sous un titre spécial.

M. Parona [3] a décrit le grand dépôt quaternaire qui se trouve à l'extrémité inférieure de la vallée du Strona près du lac d'Orta, et qui a été figuré sur la feuille XXIII entre Cireggio et Omegna. Gerlach le rapportait à l'alluvion ancienne, mais il lui paraît plus normal de le consi-

[1] Fugger und Kastner, Glaciale Erscheinungen in der Nähe der Stadt Salzburg. *Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1883, 137.

[2] Penck, Letzte Vergletscherung von Oberbayern und Nordtirol. Leipzig, 1883.

[3] Parona, Nota geologica.....

dérer comme formé pendant le retrait du glacier. Il repose sur des micaschistes qui ont forcé le torrent à se détourner vers le nord au lieu de se jeter directement dans le lac. Le glaciaire de l'intérieur de la vallée renferme beaucoup de blocs de gneiss ghiandone qui ne s'y trouve pas en place et qui prouve qu'elle a aussi été envahie par le glacier de la Toce où cette roche abonde.

T. postglaciaire. M. ALPHONSE FAVRE [1] a décrit les terrasses quaternaires des environs de Soleure. Il en attribue la formation à un grand lac dont les eaux, retenues par des moraines qui s'étendent en aval de cette ville, se seraient élevées à 454^{m}.

M. DE TRIBOLET [2] a reconnu un gisement quaternaire au Champ-du-Moulin dans la vallée de l'Areuse. Il consiste en un petit affleurement de 20^{m} de longueur de mollasse et d'argile empâtant des cailloux jurassiques et alpins ; l'épaisseur de ce terrain est d'environ 2^{m}50. Il renferme beaucoup de restes de végétaux, bois, feuilles de hêtres, aiguilles de sapin blanc, des *Pisidium* et l'*Helix sylvatica.* Ce dépôt recouvre immédiatement le terrain glaciaire. Quelques autres amas d'argile dans ce vallon doivent être rapportés à la même époque. L'auteur les attribue au dépôt lent de matériaux dans le fond d'un lac glaciaire qui occupait ce vallon. On observe, à la surface, du bois carbonisé, et dans l'argile, de la vivianite terreuse (phosphate ferreux hydraté *Blauerde*) reconnaissable à sa couleur bleue. Sa présence est d'autant plus intéressante

[1] Alphonse Favre, Sur l'ancien lac de Soleure, *Archives*, 1883, X, 601.

[2] M. de Tribolet, Notices géol. et paléont. sur le Jura neuchâtelois. XI. Sur un gisement de fossiles quaternaires au Champ-du-Moulin. *Bull. Soc. neuchâtel*, 1883, XIII.

à constater que ce minéral est très rare en Suisse[1].

Par suite de l'abaissement du lac de Neuchâtel, plusieurs affluents de ce lac se sont creusé des lits plus profonds près de leur embouchure, et M. SCHARDT[2] a pu observer les couches supérieures des dépôts lacustres. Voici la coupe qu'il a prise au bord du Buron, près d'Yverdon :

a. Terre végétale actuelle, $0^m,10$.
b. Sables et graviers avec coquilles terrestres et d'eau douce, 1^m.
c. Ancienne terre végétale mêlée de sable avec plantes décomposées, 25^{mm}.
d. Sable fin avec planorbes, lymnées, cyclus, $1^m,50$.
e. Limon sableux fin avec planorbes, lymnées, unios, cyclus, $1^m,2$.

Des travaux faits dans le port de Bevaix ont amené la découverte d'un gisement de feuilles fossiles dans le limon calcaire retiré de ce port. M. JACCARD[3] en a décrit la nature; les feuilles carbonisées ne laissent sur le limon que des empreintes très imparfaites.

Éboulements. M. A. HEIM[4] a décrit l'éboulement de Flims dans les Grisons, dont les débris barrent encore aujourd'hui la vallée du Rhin entre Coire et Reichenau. Il occupe 52 kilomètres carrés et le volume de matériaux détachés de la montagne est d'environ 16 kilomètres cubes; celui d'Elm n'a été évalué qu'à $10,000,000^{m^3}$ et celui de Goldau à $15,000,000^{m^3}$; il a donc été 1000 fois plus

[1] M. Jaccard dit l'avoir reconnu dans les marais des environs du Locle.

[2] Schardt, Dépôts lacustres observés sur les bords du lac de Neuchâtel. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XVIII, p. XLIV.

[3] Jaccard, Découverte de feuilles fossiles dans le lac de Neuchâtel au port de Bevaix. *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XVIII, XLIV.

[4] A. Heim, Der alte Bergsturz von Flims (Graubündtner Oberland). *Jahrb. des S. A. C.*, 1883, XVIII, 295.

grand que ce dernier, et il est dû comme lui à un glissement sur des couches inclinées. La vallée fut barrée; les eaux s'accumulèrent en amont jusqu'au moment où elles se frayèrent violemment un passage. M. Heim a trouvé sur cet éboulement des blocs erratiques. Il a donc été recouvert par le glacier qui n'a ni creusé ni déplacé cette masse de débris qui lui barrait le passage.

M. BECKER [1] a donné une description de l'éboulement des Diablerets avec une carte et une coupe géologique. Cet éboulement a parcouru un espace de 5 kil.^{2} et il recouvre actuellement une surface de 2,2 kil.^{2}; le volume de matériaux est d'environ 50,000,000$^{m^3}$. Il a eu lieu en deux fois, en 1714 et en 1749.

M. FERRAND [2] a refait l'histoire de la chute du mont Granier en Tarentaise, dont l'éboulement ensevelit en 1248 un grand village.

M. H. SCHARDT [3] a décrit l'éboulement qui a interrompu la ligne du chemin de fer près du Fort-de-l'Écluse (Ain) et les causes qui l'ont produit.

Tourbières. M. FRÜH [4] a publié une étude sur la nature et la formation des tourbières. Après avoir démontré qu'il n'existe pas de tourbières d'origine marine, il décrit les diverses sortes de tourbières terrestres et d'eau douce et il en donne la classification. Il discute les observations déjà faites sur ce sujet, et montre que la subdivision don-

[1] F. Becker, Der Bergsturz der Diablerets, *Jahrb. S. A. C.*, 1883, XVIII, 310.

[2] H. Ferrand, Histoire de la chute du Granier en 1248. *Ann. du Club alp. franç.*, 1882, IX, 581.

[3] H. Schardt, *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX, XIV.

[4] J. Früh, Ueber Torf und Dopplerit. Eine minerogenetische Studie. Zurich, 1883.

née par Lesquereux en marais supraaquatiques et marais infraaquatiques n'est pas naturelle; en effet, le caractère minéralogique du sous-sol influe beaucoup sur la nature de la végétation.

Le *Sphagnum,* plante qui constitue en majeure partie le haut marais (marais supraaquatique Lesq. *Hochmoor*), ne peut se développer, comme l'a remarqué M. Sendtner, sur un sous-sol calcaire et M. Früh ajoute que les eaux calcaires empêchent complètement sa végétation, de sorte que le haut marais ne peut se former que là où ces conditions ne se rencontrent pas.

Les bas marais (*Wiesenmoor, Rasenmoor, Grünlandsmoor*) se développent au contraire dans les lacs contenant des eaux calcaires. La végétation tourbeuse très variée commence à partir du bord et forme un tapis qui s'enfonce pour être recouvert d'une nouvelle végétation; c'est à cette catégorie qu'appartient la formation de la tourbe des lacs de la plaine suisse et bavaroise, et des lacs morainiques de la haute Italie, dont le fond est presque toujours occupé par la craie lacustre (blanc-fond). Les bas marais se développent aussi sur des terrains constamment imbibés d'eau calcaire; la végétation est formée par les cypéracées, des graminées, des mousses disposées en nappes, comme le gazon, mais non bosselés comme les hauts marais. Les marais de la plaine suisse, établis sur l'argile glaciaire, les petites tourbières des Alpes jusqu'à la limite des neiges, les tourbières des bords des grandes rivières, celles du Seeland bernois, appartiennent pour la plupart à ce type.

De plus, M. Früh a constaté que beaucoup des hauts marais sont établis sur des bas marais qui ont commencé la végétation tourbeuse: celui-ci a duré un certain temps,

puis une modification dans la nature des eaux a permis le développement des sphaignes sur ce nouveau sous-sol; la plupart des hauts marais qu'on trouve en Suisse au pied des Alpes ont cette origine, comme le montrent les nombreuses coupes fournies par l'auteur; ce sont donc des marais mixtes.

Enfin l'auteur signale une quatrième catégorie de tourbières due à des algues d'eau douce qui forment une une sorte de gelée et qui, après avoir été desséchées, reprennent, sous l'influence de l'eau, leur consistance primitive. Les algues ne sont généralement qu'un élément accessoire dans la tourbe, mais les tourbières de l'Allemagne et celles du Niederwyl en Thurgovie sont constituées en majeure partie par cette plante et forment ce qu'on appelle le *Lebertorf*.

L'auteur décrit ensuite le développement de la tourbe, les modifications physiques et chimiques qui la produisent, la formation et la nature de l'ulmine. Nous ne pouvons résumer ici les nombreuses observations et expériences qui constituent une partie importante de ce mémoire.

Un dernier chapitre est consacré à l'étude de la doppiérite, substance reconnue d'abord dans la tourbière d'Aussee et ainsi nommée par Haidinger. C'est une matière noire, fine ; son développement résulte de la formation de la tourbe et elle n'est pas un produit simple, mais un mélange en proportion variable de combinaisons organiques et chimiques; elle est formée en majeure partie d'ulmiates, associés en proportion moindre à des sels inorganiques. L'auteur en indique en Suisse de nombreux gisements et en a donné plusieurs analyses.

Érosion. M. Simon a rapporté un grand échantillon de

granit du Julier provenant du sommet du Piz Lagrev au N. du lac de Sils dans l'Engadine; ce fragment et la roche dont il a été détaché sont couverts de stries de friction et de places polies par la même cause. M. HEIM [1] constate que ces phénomènes n'ont pu se produire qu'à une grande profondeur dans l'intérieur des masses minérales. Si ces caractères se montrent aujourd'hui au sommet des montagnes, c'est une preuve de plus de l'action colossale des érosions qui ont agi sur les Alpes de manière à en faire une ruine gigantesque, les matériaux enlevés formant les sédiments tertiaires et les immenses dépôts d'alluvions du Pô, du Rhin, du Danube et du Rhône.

Glaciers actuels. M. F.-A. FOREL [2] a publié de nouveaux documents sur les variations des glaciers des Alpes et il y a joint quelques indications sur les oscillations des glaciers dans divers pays (Norwège, Caucase). Parmi les glaciers suisses, 10 seulement ont commencé un mouvement de progression, le recul paraît continuer chez les autres. D'après les relevés de l'État-major à diverses époques, la période actuelle de retrait aurait fait perdre aux glaciers du Valais seuls une surface de 5386 hectares, soit près de 54 kilomètres carrés en 27 ans.

J'ai déjà signalé à plusieurs reprises les travaux entrepris au glacier du Rhône par M. Gosset sous les auspices du Club alpin et les observations faites d'année en année sur le mouvement du glacier. Je me borne donc à indiquer ici un résumé très clair et complet de ces travaux, fait

[1] A. Heim, Gipfelgestein. *Jahrb. S. A. C.*, 1883, XVIII, 435.

[2] F.-A. Forel, Les variations périodiques des glaciers des Alpes. Troisième rapport 1882. *Jahrb. des schweiz. Alpenclub*, 1883, XVIII, 251.

par M. F.-A. Forel [1]. M. Rutimeyer [2] a publié son rapport annuel sur ce même sujet.

M. F. Doge [3] a posé des repères pour mesurer les oscillations du glacier des Grands, dans la vallée du Trient (Valais), Ce glacier a reculé de 16^m depuis 1881.

Les naturalistes autrichiens ont été aussi frappés de l'importance que présente l'étude du mouvement des glaciers au moment où la période de retrait paraît avoir atteint son maximum. L'un d'eux, M. Richter [4], a examiné les glaciers de Karling et de l'Obersulzbach dans la vallée de Kaprun, au pied du Gross Venediger. La vue qu'il donne de ce dernier glacier, les nombreuses sections prises à diverses hauteurs et une belle carte à 1 : 5000 indiquant son état actuel, le terrain abandonné par lui, son extension en 1871 et les anciennes grandes moraines de 1850, permettent de suivre de près les descriptions de l'auteur. C'est à cette date que paraît avoir commencé le recul dont l'auteur indique les diverses phases. Il a été de 430^m environ jusqu'en 1880, et certainement plus considérable dans les dernières années que dans les premières; il a été de 69^m de 1880 à 1882. Sa diminution en épaisseur a été proportionnellement beaucoup plus considérable et celle-ci indique plus exactement l'ablation réelle que le retrait de l'extrémité qui est soumis bien davantage à des circonstances locales.

[1] F.-A. Forel, Les travaux du Club alpin suisse au glacier du Rhône. *Echo des Alpes*, 1883, 26.

[2] Rutimeyer, Bericht ueber die Arbeiten am Rhonegletscher im Jahr 1882, *Jahrb. S. A. C.* 1883, XVIII, 245.

[3] F. Doge, *Bull. Soc. vaud.*, 1883, XIX, II.

[4] E. Richter, Der Obersulzbach-Gletscher 1880-1882. *Zeitschr. d. deutsch. u. œsterr. Alpenver.*, 1883.

Les variations des glaciers dépendent des variations météorologiques; cependant les premières portent sur un nombre d'années beaucoup plus considérable que les secondes, dont elles ne subissent pas immédiatement le contre-coup. Prenant pour base les belles observations de M. Forel et poursuivant ces recherches, l'auteur pense que ce sont des accumulations exceptionnelles de névés dus à une succession d'hiver très neigeux, qui causent les grandes oscillations des glaciers ; elles déterminent une progression rapide suivie d'une longue période de retrait. Quand le glacier est devenu très court, une nouvelle abondance de névés produit plus facilement un mouvement de progression. Les modifications dans la longueur provenant surtout de la rapidité de la marche due à l'amas des neiges, le mouvement progressif dure peu relativement à celui de retrait. Le glacier de Vernagt dans le Tyrol indique très clairement ce fait; les périodes de progrès très rapide 1599-1601, 1678-1680, 1770-1772, 1820-1822, 1840-1845 sont très courtes et séparées par de longues phases de recul.

L'auteur met ensuite le retrait actuel des glaciers en rapport avec les circonstances météorologiques. Enfin il décrit l'action du glacier sur le sol, et il fait remarquer à cette occasion combien sa force d'érosion est peu considérable ; il n'a pu enlever ni les obstacles dus à la roche en place, ni le terrain meuble sur lequel il a avancé ; les roches sont polies, moutonnées et admirablement striées on n'y trouve aucune marmite de géant.

Enfin M. Richter a fait d'intéressantes observations sur la manière dont se forment les moraines et la production des terrasses glaciaires.

M. Guyot [1] a publié une communication faite en 1838 à Porrentruy sur la nature de la marche des glaciers et dans laquelle se trouvent beaucoup de faits confirmés depuis lors par de nombreux observateurs.

M. Irving [2] a fait l'étude mécanique et physique du mouvement des glaciers, et il en a conclu que les glaciers sont des agents d'érosion superficielle, pouvant polir, strier les roches et charrier certains dépôts, mais qu'ils sont incapables d'excaver. Ces recherches ont servi de base à l'examen de l'origine des lacs du versant nord des Alpes [3] ? Il montre que la théorie de l'érosion glaciaire, même si elle était admise en principe, serait inapplicable à la plus grande partie d'entre eux et que des causes très diverses ont présidé à leur formation (Rev. pour 1882, 218).

Faune quaternaire. Un dernier chapitre de l'ouvrage de M. Stapff [4] sur le Tessin est consacré à l'étude des anciennes traces de la présence de l'homme. Des nombreux restes de charbon de bois et un morceau de bois taillé trouvés dans l'argile de la Reta sont des produits évidents de l'industrie d'hommes vivant sur les bords du lac de la Levantine moyenne à l'époque du retrait des glaciers (Rev. pour 1883, 328). L'auteur indique beaucoup d'autres restes d'époques plus récentes et se livre à des calculs sur la durée de l'époque quaternaire.

[1] A. Guyot, Lettre à M. Coulon. Observation sur la marche des glaciers. *Bull. Soc. Neuchâtel*, 1883, XIII, 151.

[2] A. Irving, On the Mechanismus of Glaciers with especial Reference to their supposed Power of Excavation. *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, 1883, XXXIX, 62.

[3] A. Irving, On the origin of Valley-Lakes, with especial reference to the Lakes of the northern Alps. *Quart. Journ. of the Geol. Soc.*, 1883, XXXIX, 73.

[4] Geologische Beobachtungen im Tessinthal. 5.....

MM. BONARDI et PARONA [1] ont trouvé dans les argiles à lignites de Leffe (Val Gandino), une faune microscopique très abondante qui les a dédommagés des recherches infructueuses faites sur un grand nombre d'argiles préglaciaires, glaciaires et postglaciaires de la Lombardie. Après avoir décrit la coupe de ce gisement célèbre et en avoir énuméré la faune et la flore déjà connues, les auteurs donnent l'analyse de cette argile, puis ils décrivent 48 espèces d'organismes microscopiques qu'ils y ont trouvés. Sur 42 espèces de diatomées, 28 sont des espèces vivantes dont deux seulement ne sont pas connues à l'état fossile; les autres n'ont pas encore été retrouvées vivantes. Ces résultats indiquent que le gisement appartient à la partie la plus ancienne des terrains quaternaires; les auteurs confirment l'opinion de M. Taramelli qui le rapporte au terrain préglaciaire. Vient ensuite la description des espèces avec de nombreuses figures.

Époque des stations lacustres. L'abaissement du niveau du lac de Bienne a mis à découvert un grand nombre de stations lacustres et permis leur exploitation régulière. Les nombreux ossements recueillis ont été étudiés par M. TH. STUDER [2]. Ces palafittes appartiennent à des époques diverses et il est intéressant de constater le changement survenu dans la faune en même temps que dans l'industrie. Les stations sont par ordre d'ancienneté : Schäffis (Chavannes), Lattrigen, Lüscherz (Locraz), Vinelz (Fenils), Mörigen. D'autres petites stations Suz, Ligerz,

[1] Bonardi e Parona, Ricerche micropaleontologiche sulle argile del bacino lignitico di Leffe in Val Gandino. *Atti. Soc. ital. di sc. nat.*, 1883, XXVI.

[2] Th. Studer, Die Fauna der Pfahlbauten des Bielersees. *Mittheil. Bern*, 1882, 17.

Gerlafingen (Gerofin), ont donné peu de matériaux; à Nidau-Steinberg, on trouve un mélange de diverses époques. La station de Chavannes date du commencement de la pierre polie et du grand épanouissement de l'époque de la pierre taillée. Elle renferme une proportion presque égale d'animaux sauvages et domestiques, ces derniers encore peu nombreux en espèces; ce sont le chien, le cochon, la chèvre, le mouton et le bœuf. Ils diffèrent tous des races sauvages; le chien est le petit chien des tourbières, très différent du loup; le cochon diffère beaucoup du sanglier, et le bœuf,de l'aurochs.Ce sont des animaux amenés par les migrations; la présence des instruments de jadéite et de néphrite indique leur origine asiatique.

A une époque postérieure (Lattrigen, Lüscherz), l'abondance des grands ruminants indique le développement de l'élevage des bestiaux; le bœuf sauvage est apprivoisé et croisé avec la race domestique; d'autres races sont introduites; le mouton et la chèvre arrivent à l'apogée de leur taille.

A la belle époque du bronze (Mörigen), les animaux sauvages disparaissent presque entièrement devant les animaux domestiques dont les races subissent des changements considérables; le cheval fait son apparition, facilite et développe la circulation par terre; la culture des champs prend un grand développement; de berger, le peuple devient agriculteur. Ces modifications semblent confirmer les vues de Troyon et de Mortillet sur l'invasion d'une nouvelle race.

Une étude paléontologique, accompagnée de cinq planches de figures, précède les considérations qui viennent d'être résumées.

M. Gross [1] a décrit dans un ouvrage considérable les remarquables trouvailles faites dans les stations lacustres du lac de Bienne, depuis l'abaissement de son niveau. 38 planches sur lesquelles sont groupés un millier d'objets provenant de sa collection nous donnent une idée de la richesse et de l'industrie de ces anciennes populations. L'auteur distingue dans l'âge de la pierre trois périodes successives : Dans la première, les pierres sont mal travaillées, la poterie est grossière, les objets de nephrite manquent; c'est le cas dans la station de Chavannes près de Neuveville. Dans la seconde, la taille de la pierre, perfectionnée, fournit des instruments très beaux et variés, par exemple à Locraz et à Latringen; la poterie y est plus fine, les pierres exotiques, jadéite, néphrite, chloromélanite y sont communes. Dans la période suivante (Finels) les métaux font leur apparition et viennent s'ajouter à la civilisation de la seconde période sans la modifier. Plus tard est venu le bel âge du bronze avec le développement extraordinaire de son industrie. Nous nous bornons à signaler ici cet ouvrage sans entrer dans l'analyse des nombreuses questions relatives à ces civilisations primitives qui sont plutôt du domaine de l'archéologie.

M. Vouga [2] a signalé des trouvailles nombreuses faites dans la station lacustre de Forel au bord du lac de Neuchâtel, et donné un catalogue des objets rares qui proviennent de cette station de l'âge de la pierre polie.

[1] V. Gross, Les Protohelvètes ou les premiers colons des lacs de Bienne et de Neuchâtel, 1883.

[2] A. Vouga, La station lacustre de l'âge de la pierre polie de Forel, dans le canton de Fribourg. *Indic. d'antiq. suisses*, 1884, 1.

M. Messikomer [1] a figuré un grand nombre d'objets provenant de cette même station.

M. Vouga [2] a donné une description des stations lacustres de Cortaillod qui appartiennent à l'âge de la pierre et à celui du bronze et qui ont fourni de grandes richesses archéologiques. La plus grande partie de ces stations sont aujourd'hui exondées par suite de l'abaissement du niveau du lac de Neuchâtel. L'auteur décrit leur étendue, puis les deux séries de fouilles qui ont eu lieu avant et après le changement du niveau.

M. V. Gross [3] a fouillé la station des Corcelettes, à 2 kilomètres de Grandson, au bord du lac de Neuchâtel, dont la couche archéologique encore intacte a été mise à découvert par l'abaissement des eaux. Elle date de l'époque du bronze; plus de mille objets de ce métal ont été recueillis, avec environ 400 vases d'argile, une dizaine de moules en mollasse, etc. Près de là, comme à Mœrigen, Auvernier, etc., se trouve une petite station de l'époque de la pierre. Il est probable qu'à l'époque de l'arrivée du bronze, les habitants de ces petites stations les ont quittées pour s'établir plus au large à l'abri des attaques.

M. A. Vouga [4] a donné quelques détails sur des ossements, trouvés dans la grotte du Four dans les gorges de l'Areuse (Neuchâtel); ils sont associés à des poteries semblables à celles des stations lacustres et à quelques instruments de bronze.

[1] Messikomer, Neue Funde aus den Pfahlbauten der Westschweiz, *Antiqua*. Zurich 1883.

[2] Vouga, Les stations lacustres de Cortaillod. *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 456.

[3] V. Gross, Station des Corcelettes, époque du bronze. Neuveville, 1882. Extr. *Matér. pour l'hist. de l'homme*, 1882, XIII, 487.

[4] A. Vouga, La grotte du Four dans les gorges de l'Areuse. *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 371.

M. R. Forber [1] a aussi signalé au grand nombre d'objets trouvés dans la station de l'époque du bronze de Wollishofen près de Zurich et dans celle de la Bauschanze, immédiatement à l'issue du lac ; celle-ci appartient à l'époque de la pierre.

Des dragages récemment opérés dans le lac de Zurich ont amené la découverte d'un grand nombre d'objets lacustres de la station du Gross Hafner, qui ont été signalés par M. Forber [2]. Ces instruments datent en partie de l'époque de la pierre, en majeure partie de celle du bronze ; quelques-uns sont romains. Là, comme sur quelques autres points de la Suisse, les stations lacustres existaient encore à l'époque romaine.

M. V. Gross [3] a figuré une hutte de l'époque de la pierre, découverte à Schussenried (Wurtemberg). La remarquable conservation du plancher et d'une partie des parois permet de reconstituer l'habitation primitive. On y a trouvé quatre planchers superposés, nécessités probablement par l'élévation du sol de la tourbière, sur laquelle la cabane était construite.

M. Morel-Fatio [4] a continué des fouilles de tombes préhistoriques, découvertes à Chamblandes près Pully,

[1] R. Forber, Pfahlbau Wollishofen bei Zurich. *Indic. d'antiq. suisses*, 1884, 3. Un grand nombre de ces objets ont été figurés dans le journal *Antiqua*. Zurich, 1883.

[2] R. Forber, Die Pfahlbaute auf dem « Grossen Hafner » bei Zurich. *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 463.

[3] V. Gross, Une hutte de l'époque de la pierre découverte à Schussenried (Wurtemberg). *Matér. pour l'hist. de l'homme*, 1882, XIII, 321.

[4] A. Morel-Fatio, Sépultures des populations lacustres, Chamblandes, près Pully (Suisse). *Matér. pour l'hist. de l'homme*. 1882, XIII, 64.

dans le canton de Vaud, et sur lesquelles il avait déjà donné quelques indications [1]. Ces constructions se composent de quatre dalles verticales, assez bien travaillées, sur lesquelles repose une cinquième dalle, aplanie, restée brute à sa face supérieure; chaque sépulture a environ 1^m de longueur et $0^m,50$ dans ses autres dimensions. Le contenu des tombes est très varié ; elles renferment généralement un ou deux squelettes, rarement trois ou quatre associés à de nombreux objets, défenses de sanglier, ocre jaune et rouge, coquillages marins perforés, un percuteur en pierre et une belle arme en serpentine. Ces objets sont exactement semblables à ceux des stations lacustres. Il est probable que c'était le cimetière de la station voisine, à la fin de l'époque de la pierre. L'auteur constate aussi la correspondance exacte des mesures avec les anciennes mesures gauloises et chaldéennes.

M. H. Messikomer [2] a signalé la découverte de nombreuses poteries dans un monticule de la vallée de l'Aa (Unterwald) récemment fouillé. La pâte en est fortement mêlée de grains de quartz et de sable, et souvent mieux cuite que celle des objets lacustres; l'ornementation de plusieurs instruments rappelle celle de Robenhausen, elle est faite avec l'ongle; le plus grand nombre des objets sont évidemment d'époque plus récente, celle du bronze et les ornements en sont gravés avec du bois. Cet endroit, nommé la Heidenburg, a servi de lieu de refuge aux anciens habitants; la plupart des débris ont été trouvés sur les flancs de la colline. La fabrication de la poterie a été

[1] *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 45.

[2] H. Messikomer, fils, Ausgrabungen auf der Heidenburg im Aathal. *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 431.

évidemment la principale occupation de la population pendant son séjour temporaire dans le lieu.

M. Kind[1] a signalé la découverte faite à Salez près de Werdenberg (Saint-Gall) de 60 instruments de bronze dans une gravière. La plupart sont entièrement neufs; ce sont des haches d'une forme spéciale. Un instrument analogue a déjà été trouvé dans la station lacustre de Uhldingen sur l'Untersee (lac de Constance).

Plusieurs tombes de l'époque du bronze ont été trouvées dans divers endroits du Valais et ont été signalées par M. Ritz[2].

Jadéite et néphrite. On doit à MM. Seubert et Linck[3] les analyses de quelques néphrites provenant des stations lacustres de Maurach (lac de Constance).

M. H. Fischer[4] a fait l'étude microscopique de néphrites provenant de la station de Maurach (lac de Constance) et surtout de roches ayant subi une décomposition. Jusqu'à présent il n'a encore vu aucune roche asiatique provenant du Turkestan, de la Sibérie ou de la nouvelle Zélande qui présente les caractères particuliers d'altération de ces roches; il est vrai que les matériaux reçus de ces contrées ne sont pas encore très nombreux[5].

MM. de Beck et de Muschketow[6] ont publié une série

[1] *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 432.

[2] *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 434.

[3] K. Seubert und G. Linck, Analysen einiger Pfahlbau-Nephrite. *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, 1882, XV, 219.

[4] H. Fischer, Mikroskopische Untersuchung verschiedener Nephritproben aus den Pfahlbauten von Maurach bei Ueberlingen am Bodensee. *Neu. Jahrb. Briefl. Mitth.*, 1883, II, 80.

[5] Voy. sur les jadéites d'Asie, par le même, *Neu. Jahrb. Briefl. Mitth.*, 1883, II, 92.

[6] W. von Beck et J.-W. Muschketow. Ueber Nephrit und seine

d'analyses de néphrites asiatiques et diverses observations sur leurs gisements.

M. COHEN[1] a donné des analyses de jadéite du Thibet qu'il a comparées avec celles d'autres parties de l'Asie et du Mexico.

Pierres à écuelles. Le Burenberg, colline boisée du Seeland, dans le canton de Berne, est couvert de blocs erratiques, parmi lesquels M. E. SCHMID[2] a trouvé quatre pierres à écuelles. Il a figuré la plus remarquable, un bloc de $2^{m},80$ de long avec 99 dépressions.

M. FAUDEL[3] a résumé les recherches faites depuis quelques années sur les blocs à écuelles et sur les rochers en place, dans lesquels ont été creusées des écuelles ou des bassins. Il existe en Alsace sur les points culminants un grand nombre de cavités de cette nature. Beaucoup peuvent être naturelles, mais on reconnaît très souvent les traces de la main de l'homme.

Lagerstätten. *Verhandl. der Kais. miner. Ges. zu St-Petersburg*, 1882, XVIII.

[2] Cohen, Ueber Jadeit von Thibet. *Neu. Jahrb.*, 1884, 71, *corr.*

[2] E. Schmid, Schalensteine auf dem Bürenberg. *Indic. d'antiq. suisses*, 1883, 399.

[3] Faudel, Les pierres et les rochers à écuelles et à bassins. *Bull. de la Soc. d'hist. natur. de Colmar*, 1880.

SUR UNE

PRÉTENDUE ASSOCIATION PAR CRISTALLISATION DE CORPS

N'OFFRANT AUCUNE ANALOGIE DE CONSTITUTION ATOMIQUE

PAR

M. C. MARIGNAC

Il y a plus de soixante ans que Mitscherlich a posé le principe fondamental de l'isomorphisme qui consiste en ceci : les corps composés, formés d'un même nombre d'atomes élémentaires, groupés de la même manière, ou, en d'autres termes, les corps présentant une même constitution atomique sont les seuls qui puissent être complètement isomorphes, c'est-à-dire doués des mêmes formes cristallines et susceptibles de se mélanger en proportions variables dans des cristaux homogènes.

On sait tout le parti que la chimie a tiré de l'application de ce principe pour la détermination de la constitution atomique de certains composés et des poids atomiques de plusieurs éléments.

M. G. Brügelmann [1] a signalé récemment des faits qui, s'ils étaient exacts, renverseraient complètement ce principe fondamental. Suivant lui, le fait de pouvoir s'associer

[1] *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, 1882, p. 1833.

dans des cristaux mixtes ne résulterait en aucune façon d'une analogie de constitution chimique, mais seulement d'une formation simultanée provenant de conditions physiques telles que la solubilité, la fusibilité, la volatilité, par suite desquelles deux corps, de composition quelconque, passeraient simultanément à l'état solide, soit par l'évaporation de leur solution, soit par le refroidissement après fusion, soit par la condensation de leur vapeur.

Il cite comme exemples les plus remarquables et les plus faciles à constater de cette association, dans l'acte de la cristallisation, le sulfate de cuivre et le bichromate de potasse, le sulfate de cuivre et le chlorure de cobalt, le borax et le chlorate de potasse. L'association des deux sels de chacun de ces couples se manifeste soit par l'examen des cristaux qui se forment par l'évaporation spontanée de leurs dissolutions mélangées, soit par le fait qu'un cristal de l'un deux continue à s'accroître régulièrement quand on le maintient dans une dissolution saturée de tous les deux. Sans doute, dans l'opinion de l'auteur, bien qu'il ne le dise pas expressément, cet accroissement se fait par la superposition de couches formées par un mélange des deux sels, car si le cristal ne faisait qu'attirer à lui le sel de même nature contenu dans la dissolution, ce fait ne serait qu'une confirmation de la loi de l'isomorphisme.

On conçoit, sans qu'il soit besoin d'y insister, les graves conséquences que tire l'auteur de ces observations, sur l'élasticité des molécules qui permet ainsi à un corps quelconque de cristalliser sous toutes les formes et sur les erreurs commises par tous les chimistes qui ont cru pouvoir s'appuyer sur les considérations tirées de l'isomorphisme pour la détermination des poids atomiques, ou

qui ont cru trouver dans la cristallisation un moyen de séparer les uns des autres des sels de constitutions chimiques différentes.

Il y a probablement bien peu de chimistes qui n'aient eu maintes fois l'occasion de constater combien est relativement facile la séparation par cristallisation de sels non isomorphes, combien au contraire elle est difficile, souvent même impossible, lorsqu'il s'agit de sels isomorphes. Je ne pense donc pas qu'aucun d'eux ait pu attribuer aux observations de M. Brügelmann une portée générale. Mais on pourrait supposer qu'il a rencontré quelques cas exceptionnels où une association par cristallisation, incompatible à première vue avec nos notions actuelles sur la constitution atomique de certains composés, pourrait s'expliquer plus tard à la suite d'une connaissance plus approfondie de cette constitution.

Cette supposition serait jusqu'à un certain point justifiée par cette observation de l'auteur, que tous les corps ne sont cependant pas susceptibles de s'associer ainsi par cristallisation. Ainsi il remarque que le bichromate de potasse ne cristallise ni avec le sulfate de nickel, ni avec le chlorure de cobalt. Il est vrai qu'il n'attribue point cette impossibilité à une différence de composition, mais à celle de leur solubilité. On ne voit pas bien l'influence de cette cause. Quelle que soit la différence de solubilité de deux sels, il arrivera toujours un moment où, par l'évaporation de la dissolution qui les renferme, elle sera saturée de tous les deux. A partir de ce moment toute concentration ultérieure déterminera une précipitation de tous les deux et, si leur composition chimique ne joue aucun rôle dans le fait de leur association, il semble qu'ils devraient toujours former des cristaux mixtes.

Il m'a semblé qu'il y avait quelque intérêt à vérifier les assertions de M. Brugelmann. J'ai choisi comme premier exemple le couple formé par le sulfate de cuivre et le bichromate de potasse.

Si l'on mélange, à peu près à volume égal, deux solutions saturées à froid de ces deux sels, et si l'on abandonne le mélange à l'évaporation spontanée, on observe successivement les phases suivantes :

1° Pendant plusieurs jours la liqueur se concentre sans cristalliser, mais il se forme sur les parois du vase une petite quantité d'un dépôt pulvérulent brunâtre, qui est un chromate de cuivre. Il continue à s'en déposer encore un peu pendant les opérations suivantes, mais en proportion toujours plus faible. Il s'en forme davantage si l'on concentre la liqueur par la chaleur.

2° Une série de cristallisations successives, toutes de même apparence. Ce sont des cristaux d'un vert bleuâtre pâle, en tables rhomboïdales obliques, tronquées par de petites faces triangulaires sur les angles latéraux aigus. Leur forme suggère immédiatement l'idée du sulfate double de cuivre et de potassium, ce que confirme entièrement leur analyse. J'ai trouvé en effet :

	Trouvé	Sulfate double calculé.
Cu O	18,14	17,96
K^2 O par diff. .	20,46	21,34
2 SO^3	35,71	36,25
6 Aq	24,92	24,45
Cr O^3.......	0,77	»
	100	100

La proportion d'acide chromique trouvée par l'analyse correspondrait à 1,13 °/₀ de bichromate de potasse, mais

ce nombre est beaucoup trop fort. En effet la plus grande partie de cet acide chromique existait dans les cristaux à l'état de ce précipité pulvérulent de chromate de cuivre signalé plus haut.

3° Les cristaux de sulfate double se mélangent de cristaux de bichromate de potasse parfaitement distincts et purs de couleur. J'ai trié avec soin ces cristaux et après les avoir lavés superficiellement, j'y ai recherché le cuivre.

Sur 3g,4 de cristaux j'ai obtenu 0,0023 d'oxyde de cuivre correspondant à 0,0072 de sulfate, soit 0,21 °/₀.

4° Les mêmes cristaux continuent à se former, mais la proportion du sulfate double diminue. Puis il se forme d'autres cristaux d'un vert plus foncé. Leur forme est celle du sulfate de cuivre. Mais ils sont tellement mélangés et incrustés de petits cristaux de bichromate de potasse et de sulfate double que je n'ai pu réussir à en extraire d'absolument homogènes. Cependant après avoir séparé les meilleurs je les ai analysés, et le résultat montre suffisamment que le sulfate de cuivre en est le seul élément essentiel.

	Trouvé	Sulfate de cuivre calculé
Cu O	31,01	31,86
SO^3	31,49	32,07
Aq	36,26	36,07
CrO^3	0,74	»
K^2O	0,63	»
	100,13	100

Si l'on continue l'évaporation, les mêmes cristaux se forment encore, mais de plus en plus petits et indistincts. Par suite de l'élimination d'une grande partie de la potasse à l'état de sulfate double neutre, l'acide chromique

s'accumule dans l'eau-mère qui devient d'un rouge brun foncé, sirupeuse et finit par ne plus donner qu'un produit noirâtre, indéterminable, que l'eau décompose en séparant du bichromate de potasse.

Bien que ces observations établissent d'une manière suffisante qu'il ne peut pas se former de cristaux mixtes par l'association du bichromate de potasse et du sulfate de cuivre, j'ai voulu voir ce qu'il en est de l'accroissement prétendu d'un cristal de l'un de ces sels dans une dissolution saturée de l'autre.

En conséquence j'ai repris une solution mélangée des deux sels, je l'ai concentrée jusqu'au point où elle a commencé à former des cristaux de tous les deux, puis j'ai introduit dans une portion un cristal de sulfate de cuivre et dans une autre un cristal de bichromate, en laissant l'évaporation se faire lentement à la température ordinaire.

Le cristal de sulfate de cuivre, pesant primitivement 0,40, a été retiré au bout de huit jours, il pesait 1^g,66, il avait donc gagné 1,26. L'accroissement s'était fait d'une manière parfaitement régulière, sans changement de forme. La partie de nouvelle formation était colorée en vert. De petits cristaux de bichromate, et d'autres de sulfate double de cuivre et de potassium, s'étaient déposés tout autour, quelques-uns même étaient implantés à sa surface, cependant ils ont pu être détachés assez complètement.

Le cristal bien essuyé a été dissous et analysé, je me suis borné toutefois au dosage de l'acide chromique et de la potasse. J'ai obtenu :

Acide chromique 0,0059 soit 0,47 °/₀ du sel de nouvelle formation.

Potasse 0,0038, soit 0,30 °/₀.

Ainsi l'accroissement n'a lieu qu'aux dépens du sulfate

de cuivre, entraînant seulement quelques traces de bichromate.

Quant au cristal de bichromate placé dans les mêmes conditions, il n'a pas subi d'accroissement sensible. Il a commencé immédiatement à s'incruster de petits cristaux de sulfate double qui ont formé plus tard une croûte épaisse mélangée de cristaux de bichromate et de cristaux de sulfate de cuivre. Ces derniers même n'avaient qu'une teinte verte très peu prononcée, probablement parce que la cristallisation avait été très lente.

J'ai voulu encore constater ce qui se passe lors de la cristallisation d'un mélange de borax et de chlorate de potasse, laquelle donnerait naissance, d'après M. Brügelmann, à des cristaux mixtes de ces deux sels. Un demi-litre d'une dissolution saturée à froid du premier a été mélangé avec un volume égal d'une dissolution saturée du second. Prévoyant que l'évaporation spontanée entraînerait une trop grande perte de temps, j'ai procédé par des concentrations successives, en chauffant la liqueur chaque fois de manière à lui faire perdre une centaine de grammes d'eau, puis abandonnant au refroidissement pendant 24 heures.

Il n'a commencé à se former des cristaux que lorsqne la solution a été réduite à la moitié de son volume primitif. Les deux premières cristallisations n'ont produit que des cristaux de chlorate de potasse. Ensuite j'ai obtenu simultanément des cristaux lamellaires de chlorate et des cristaux prismatiques, courts et épais de borax que j'ai laissés grandir par l'évaporation spontanée.

J'ai recueilli le chlorate de potasse formé dans la cristallisation qui a précédé immédiatement celle où il s'est déposé du borax, par conséquent dans une solution à peu

près saturée de ce dernier sel. Après les avoir lavés superficiellement et essuyés j'ai déterminé la proportion d'acide borique qu'ils renfermaient. Je me suis servi pour cela d'une méthode que j'ai décrite jadis[1] et qui consiste à évaporer la solution avec addition de chlorure ammonico-magnésien et d'ammoniaque, à fondre le résidu au rouge et à reprendre par l'eau qui laisse un résidu de magnésie retenant la presque totalité de l'acide borique. Une seconde évaporation semblable avec addition d'ammoniaque, une nouvelle calcination et traitement par l'eau fait retrouver encore quelques traces d'acide borique. Les résidus insolubles de ces deux traitements sont calcinés et pesés, puis redissous par l'acide chlorhydrique et la magnésie dosée à l'état de phosphate par la méthode ordinaire. La différence des deux poids donne celui de l'acide borique.

J'ai obtenu ainsi pour 1g,490 de chlorate 0,0013 d'acide borique correspondant à 0,0035 de borax, soit 0,23 %.

D'autre part j'ai trié avec soin les cristaux de borax formés dans les cristallisations suivantes, et après les avoir lavés j'ai déterminé l'acide chlorique qu'ils pouvaient renfermer. Dans ce but, et pour éviter toute perte de chlore, je les ai mêlés avec un poids égal de carbonate de soude. Le mélange a été chauffé au rouge, repris par l'eau, acidulé par l'acide azotique et précipité par l'azotate d'argent.

Pour 2 gr. de cristaux j'ai obtenu 0,0045 de chlorure d'argent correspondant à 0,0038 de chlorate de potasse, soit 0,19 %.

[1] *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. I, p. 405.

Il m'a paru inutile d'aller plus loin, et je crois pouvoir tirer de ces essais la conclusion suivante :

Les observations de M. Brügelmann sont, jusqu'à un certain point, exactes. Mais, dans la mesure où elles le sont, elles ne font que constater un fait qui a été de tout temps connu et admis par tous les chimistes, savoir que :

Lorsqu'un sel cristallise dans une solution renfermant des sels étrangers en proportion notable et à plus forte raison lorsqu'elle en est saturée, les cristaux qui se forment ne peuvent pas être parfaitement purs, ils entraînent toujours avec eux une petite quantité de ces sels étrangers, quelle que soit leur nature.

Cet entraînement, cet emprisonnement mécanique de quelques traces d'eau mère saturée de ces sels, n'a aucun rapport avec l'association régulière, et en proportions infiniment plus considérables, qui a lieu entre des sels de même constitution atomique. Il n'y a donc rien, dans ces faits, qui puisse modifier ou ébranler en aucune façon la loi fondamentale de l'isomorphisme établie par Mitscherlich.

UNE PROPRIÉTÉ ÉLÉMENTAIRE

DES

PARABOLES DU TROISIÈME DEGRÉ

PAR

M. Gustave CELLÉRIER

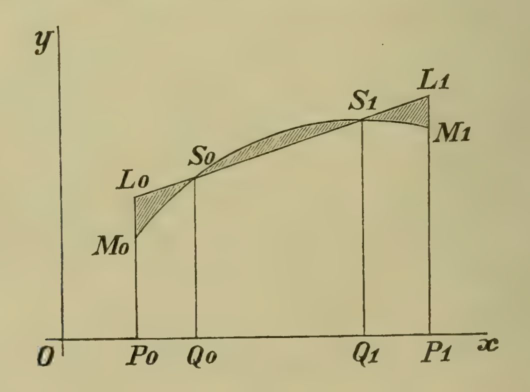
Soit un arc $M_0 M_1$ d'une courbe dont l'équation est

$$y = f(x)$$

où $f(x)$ est de la forme

$$f(x) = A + Bx + Cx^2 + Dx^3$$

Proposons-nous de mener une droite $L_0 L_1$ limitée aux mêmes ordonnées que l'arc $M_0 M_1$, coupant ce dernier aux points S_0, S_1, telle que le segment $S_0 S_1$ soit équivalent à la somme des segments $S_0 L_0 M_0$ et $S_1 L_1 M_1$ et que la somme de ces trois segments soit un minimum.



Soit $y = ax + b$ l'équation de cette droite; on remplit la première condition en posant

$$\int_{x_0}^{x_1} [f(x) - ax - b]\, dx = o$$

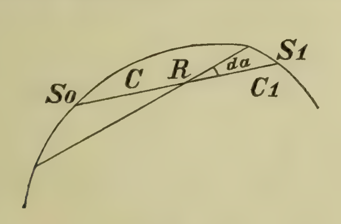
et désignant par F (x) l'intégrale $\int f(x)\, dx$, on a

$$\frac{F(x_1) - F(x_0)}{x_1 - x_0} = a\, \frac{x_1 + x_0}{2} + b$$

Donc la droite est assujettie à passer par le point R dont les coordonnées sont

$$\xi = \frac{x_0 + x_1}{2}, \quad \eta = \frac{F(x_1) - F(x_0)}{x_1 - x_0}$$

Pour remplir la seconde condition, au lieu de rendre minimum la somme des trois segments, il suffit de rendre minimum celui du milieu, $S_0 S_1$, qui, à cause de la première condition, est équivalent à la moitié de cette somme.



Puisque la droite passe par le point R, le problème à résoudre est celui-ci : Par un point donné R, mener une droite qui coupe une courbe donnée en déterminant un segment minimum.

La droite a pour équation

$$y - \eta = a(x - \xi)$$

et a en est le paramètre inconnu, qui s'obtiendra d'après les règles ordinaires de minimas.

Appelons C et C_1 les deux parties de la corde $S_0 R S_1$ déterminées par le point R; augmentons a d'une petite quantité da, le segment augmente d'une part du petit secteur de surface $\frac{1}{2} C^2 da$, tandis que d'autre part il diminue du secteur $\frac{1}{2} C^2 da$. La variation totale du segment est donc

$$\frac{1}{2}(C^2 - C_1^2)\, da$$

Pour que cette variation soit nulle, et que le segment soit minimum, il faudra que $C^2 = C_1{}^2$; en considérant le cas qui nous occupe, cette condition revient à $C = C_1$. Ainsi la droite $S_0 S_1$ doit être coupée en deux parties égales par le point R, et les abscisses de ses extrémités seront

$$\xi - s, \quad \xi + s$$

s désignant une inconnue.

Les points S_0 et S_1 étant communs à la courbe et à la droite, on a

$$f(\xi + s) = a(\xi + s) + b$$
$$f(\xi - s) = a(\xi - s) + b$$

d'où

$$\frac{f(\xi + s) + f(\xi - s)}{2} = a\,\xi + b = \eta$$

d'où encore

$$(a) \qquad \eta = f(\xi) + \frac{s^2}{1.2} f''(\xi) + \frac{s^4}{1.2.3.4} f^{\text{IV}}(\xi) + \ldots\ldots$$

Mais on a aussi par définition de η :

$$\eta = \frac{\mathrm{F}(x_1) - \mathrm{F}(x_0)}{x_1 - x_0}$$

ou bien, posant $x_1 - x_0 = 2u$, $x_1 = \xi + u$, $x_0 = \xi - u$, on obtient

$$(b) \quad \eta = f(\xi) + \frac{u^2}{1.2.3} f''(\xi) + \frac{u^4}{1.2.3.4.5} f^{\text{IV}}(\xi) + \dots\dots$$

Toutes les fois que la fonction $f(x)$ sera un polynome du troisième degré, toutes les dérivées $f^{(n)}(\xi)$ étant nulles à partir de $n = 4$, la comparaison des développements (a) et (b) donnera comme condition

$$\frac{s^2}{1.2} = \frac{u^2}{1.2.3}$$

On en déduit, indépendamment des coefficients de l'expression $A + Bx + Cx^2 + Dx^3$, la relation

$$s = u\sqrt{\tfrac{1}{3}}$$

La droite cherchée se construit donc d'une manière fort simple pour des arcs quelconques de paraboles de ce genre.

Des extrémités de l'arc, on abaisse les ordonnées $\overline{M_0 P_0}$, $\overline{M_1 P_1}$; on porte $\overline{P_0 Q_0}$ et $\overline{P_1 Q_1}$ égaux à $\dfrac{1 - \sqrt{\frac{1}{3}}}{2}\, \overline{P_0 P_1}$, soit à $0,2113249 \dots \overline{P_0 P_1}$; on mène les ordonnées $Q_0 S_0$, $Q_1 S_1$ et on joint $S_0 S_1$ qui est la droite cherchée.

REMARQUES

SUR LA

THÉORIE DE LA POLARISATION ROTATOIRE NATURELLE

PAR

M. Charles SORET

I

Le but de ce travail est principalement de rappeler quelques caractères généraux que l'expérience assigne aux phénomènes de l'optique cristallographique, et spécialement à la polarisation rotatoire naturelle. Ces caractères sont d'ailleurs évidents et parfaitement connus, mais il me semble que la plupart des théories publiées récemment sur ce sujet n'en tiennent pas un compte suffisant. Et cependant lorsqu'on cherche l'explication de phénomènes aussi complexes, on ne doit pas négliger d'utiliser le peu de données certaines que l'on possède quant aux conditions dans lesquelles ces phénomènes se produisent.

Les particularités optiques qu'il s'agit d'expliquer se présentent dans les corps cristallisés, c'est-à-dire dans des milieux dont la structure intime nous est, il est vrai, inconnue dans ses détails, mais est soumise à certaines lois de symétrie, qui, elles, sont connues d'une façon assez complète et précise par les observations si souvent répé-

tées de la cristallographie. Et tout indique que les propriétés optiques d'un cristal sont déterminées en très grande partie par les caractères de symétrie qu'il présente. Il semble donc évident, que l'on ne doit pas chercher l'explication d'un phénomène de cette nature, sans introduire, avant tout, complètement et exactement, dans les équations de la théorie que l'on se propose de vérifier, *tous* les caractères de symétrie que possèdent les milieux où ce phénomène a été observé.

Or, on doit reconnaître que, à l'exception de M. Sarrau[1] et de M. Boussinesq[2], la plupart des auteurs n'ont pris garde à cette condition fondamentale que d'une manière assez imparfaite. Le plus souvent, en effet, on ne considère que les types principaux holoédriques de la cristallographie, et particulièrement les systèmes cubique, quadratique, hexagonal et rhombique. On remarque de plus volontiers que si les cristaux sont hémiédriques, il peut s'introduire de nouveaux termes, dépendant de dérivées d'ordre impair; mais on ne va guère plus loin, et l'on ne précise pas les caractères spéciaux que doit entraîner chaque mode particulier d'hémiédrie.

On oublie, en procédant ainsi, que les types hémiédriques, tout en présentant des rapports géométriques étroits avec les types holoédriques auxquels on les rattache, n'en sont pas moins des types absolument distincts physiquement, présentant des caractères de symétrie propres qui ne se réduisent que dans des cas particuliers aux caractères des formes holoédriques. On ne peut donc en aucune façon leur appliquer sans examen préalable les

[1] *Journal de Liouville*, 1867, XII, 17; 1868, XIII, 59.
[2] *Journal de Liouville*, 1868, XIII, 313.

équations qui conviennent à ces dernières. On ne peut pas plus *a priori* employer les équations des cristaux cubiques holoèdres, pour les cristaux présentant l'hémiédrie pentagonale, par exemple, que l'on ne peut appliquer les équations du système quadratique aux cristaux hexagonaux, avant d'avoir démontré que ces deux types de symétrie conduisent au même résultat. On trouverait absurde de chercher dans les équations du système cubique holoèdre l'explication des phénomènes présentés par les cristaux rhombiques; il le serait tout autant d'y chercher l'explication de ce qui se passe dans les hémièdres tétraédriques ou dans les tétartoèdres. Et la simple adjonction de termes d'ordre impair ne suffit pas, car, dans ces deux modes hémiédriques, les termes d'ordre impair entrent d'une manière différente et entraînent des caractères optiques différents.

En ce qui concerne la polarisation rotatoire, — chacun connaît les beaux travaux de M. Pasteur, — l'observation montre d'une manière positive, qu'il existe une relation étroite entre cette propriété et l'hémiédrie non superposable, en ce sens qu'à de très rares exceptions près, exceptions dont le nombre va diminuant de jour en jour, les cristaux actifs appartiennent à des systèmes énantiomorphes, et que les solutions actives laissent déposer des cristaux qui accusent la même particularité de structure. C'est avec une probabilité qui touche à la certitude, que l'on peut dire que le pouvoir rotatoire ne se rencontre que dans des milieux hémiédriques à formes conjuguées non superposables.

Dès lors pour qu'une théorie du pouvoir rotatoire des cristaux soit satisfaisante, il faut qu'elle explique cette relation, en donnant dans ses équations générales des ter-

mes qui puissent conduire au pouvoir rotatoire dans les hémièdres non superposables, et que ces termes perdent cette propriété, ou bien disparaissent, et cela nécessairement et par raison de symétrie, dans les autres hémièdres et dans les holoèdres.

La plupart des auteurs qui ont écrit sur cette question ont cherché à satisfaire à ces conditions indiquées par la nature même du problème; et, sans introduire directement et complètement dans leurs équations les éléments de symétrie des cristaux énantiomorphes, tels que la cristallographie les définit, ils ont été conduits à faire sur la structure intime des molécules ou sur leur disposition, des hypothèses plus précises, mais plus douteuses, qui reproduisent en fait plus ou moins exactement les caractères de symétrie en question. C'est ainsi que M. Briot [1] a donné pour le cas du quartz une solution assez satisfaisante. L'analyse fort compliquée de M. Briot l'a conduit à une conséquence remarquable qu'il est bon de ne pas perdre de vue : c'est qu'une structure énantiomorphe dénuée de plans de symétrie peut exister sans entraîner nécessairement l'activité optique.

Les résultats plus récents de M. Mallard [2] et de M. Sohncke [3] peuvent être considérés comme obtenus par un procédé analogue.

M. Lommel [4] et après lui M. Ketteler [5] ont aussi supposé aux molécules pondérables une structure plus ou moins dissymétrique dans les milieux doués de l'activité

[1] *Essais sur la théorie de la lumière*, Paris 1864.

[2] *Ann. des Mines*, 1881.

[3] *Mathem. Ann.* IX, 1876.

[4] *Wied. Ann.* 1881, XIV, 523; 1882, XV, 378.

[5] *Wied. Ann.* 1882, XVI, 86.

optique; mais par suite des hypothèses accessoires dont ils se sont servis, leurs équations finales ne sont pas d'accord avec la symétrie complète des cristaux naturels et me paraissent soumises à une objection très grave ; dans le cas des solutions actives, par exemple, et des cristaux actifs du système cubique, les équations de ces deux auteurs admettent un plan de symétrie parallèle à l'onde lumineuse, ce qui ne peut exister dans de semblables milieux. En revanche ces milieux présentent des axes de symétrie que ces équations laissent complètement de côté. L'existence d'un plan de symétrie parallèle à l'onde entraînerait comme conséquence nécessaire que, sur deux ondes parallèles cheminant en sens opposé, la rotation du plan de polarisation devrait s'effectuer dans le même sens absolu par rapport à des axes de coordonnées fixes, ce qui n'a pas lieu pour le pouvoir rotatoire naturel. Ainsi que je le démontrerai plus loin, la même objection s'applique à toute théorie régulièrement établie qui expliquerait la polarisation rotatoire par des termes renfermant des dérivées d'ordre impair des déplacements par rapport au temps. Elle s'applique donc aussi aux équations de M. W. Voigt[1]; ici d'ailleurs, les termes qui me paraissent inadmissibles entrent non comme une nécessité, mais seulement comme une possibilité analytique qui ne laisse pas d'être fort curieuse. D'après ce que j'ai dit plus haut, si ces termes ne disparaissaient pas par raison de symétrie, et si ces équations donnaient réellement le pouvoir rotatoire dans des milieux pourvus de plans de symétrie, elles ne me sembleraient pas sur la voie qui doit conduire à la solution rationnelle et complète du problème dont nous nous occupons.

[1] *Wied. Ann.* 1883, XIX, 873.

II

1. L'observation montre que la plupart des composés chimiques définis, lorsqu'ils acquièrent l'état solide dans des conditions qui leur permettent d'obéir à leurs tendances naturelles, prennent une structure spéciale que l'on appelle la structure cristalline et qui possède les principaux caractères suivants :

Un cristal est un corps homogène et non isotrope, sa structure est la même en tous ses points, mais varie dans les différentes directions autour d'un même point. Cette structure, dans sa non-isotropie, présente certains caractères de symétrie qui sont définis pour chaque corps. Ainsi il y a un *centre de symétrie* en chaque point, si la structure est la même sur les deux directions opposées d'une même droite quelconque. Il y a un *plan de symétrie* si la structure est la même sur deux droites quelconques placées symétriquement par rapport à ce plan. Il y a un *axe de symétrie d'ordre n* si, en faisant tourner le milieu d'un angle $\frac{2\pi}{n}$ autour de cet axe, chaque direction se trouve remplacée par une direction de même structure.

Cette structure cristalline, homogène, non isotrope et symétrique, se traduit à l'extérieur par des formes géométriques, limitées par des faces généralement planes, dont les positions relatives sont soumises aux mêmes règles de symétrie que la structure intérieure dont elles ne sont qu'une manifestation. On peut donc, ce qui est parfois commode, remplacer dans les raisonnements la notion, un peu difficile à manier, de la symétrie intérieure par la no-

tion beaucoup plus claire et usuelle de la symétrie extérieure des polyèdres cristallins.

Bravais a cherché à rendre compte de ces caractères en supposant qu'un cristal est composé de files rectilignes de molécules équidistantes : la réunion de toutes ces files, formant un *système réticulaire* ou *assemblage* de mailles parallélipipédiques dont chaque sommet est occupé par une molécule. En étudiant les conditions géométriques auxquelles doit satisfaire un pareil assemblage composé de molécules sphériques et supposé s'étendre indéfiniment en tous sens, il a reconnu que les assemblages possibles peuvent être ramenés à sept types de symétrie, caractérisés chacun par la présence et la disposition particulière de certains éléments, centre, plans et axes de symétrie. Ces sept types ont précisément les caractères que l'observation avait déjà reconnus dans les sept systèmes holoédriques de la cristallographie.

Mais si, dans un assemblage donné, les molécules au lieu d'être sphériques, ou du moins plus symétriques que l'assemblage, possèdent elles-mêmes une symétrie propre *inférieure* à celle de l'assemblage, il est clair que la symétrie générale du cristal sera diminuée, et cette diminution se manifestera dans les formes extérieures, par le fait que certaines faces, qui étaient semblables dans le polyèdre holoédrique, cesseront d'être semblables et présenteront des caractères physiques différents. On aura donc un polyèdre qui, tout en présentant les angles du polyèdre holoédrique, puisque ces angles ne dépendent que du système réticulaire, n'aura cependant par suite de la disparition ou de l'altération de certaines faces qu'une symétrie physique inférieure à celle que possède le polyèdre holoédrique. On obtient ainsi l'explication d'un

certain nombre de types nouveaux qui sont les types *mériédriques*.

Les polyèdres mériédriques, que l'on peut employer comme une représentation tangible de la symétrie mériédrique de la structure intérieure du cristal, peuvent être obtenus en partant d'un polyèdre holoédrique correspondant, dont on supprime la moitié ou les trois quarts des faces, en suivant pour cette suppression une loi déterminée. Si l'on supprime la moitié des faces on obtient un polyèdre *hémiédrique ;* l'ensemble des faces supprimées constitue un second polyèdre hémiédrique, *conjugué* du précédent. Ces deux polyèdres conjugués peuvent être identiques et ne différer que par leur orientation dans l'espace. Mais il peut arriver aussi que ces deux polyèdres ne puissent être superposés par aucune rotation. Ils sont alors *énantiomorphes,* chaque face de l'un est symétrique d'une face de l'autre par rapport à un plan.

Enfin en supprimant de la même manière la moitié des faces d'un polyèdre hémiédrique on obtient un polyèdre *tétartoédrique ;* un polyèdre holoédrique peut donc fournir quatre polyèdres tétartoédriques conjugués [1].

2. Les milieux énantiomorphes dont la cristallographie géométrique indique la possibilité sont les suivants [2].

[1] Pour plus de détails, voir Bravais, *Journal de Liouville*, 1849, XIV, 141, et *Journal de l'école Polytechnique*, 1850, XIX ; le *Traité de cristallographie* de Mallard ; la *Physikalische Krystallographie* de Groth, etc. Voir aussi Brezina : *Das Wesen der Isomorphie; Tschermak's Mittheilungen*, 1871, I.

[2] Je suis ici la classification de Bravais telle qu'elle est exposée sous sa forme la plus simple dans le *Traité de cristallographie* de M. Mallard. M. Groth dans sa *Cristallographie physique* considère les formes hémimorphes comme distinctes des formes hémiédriques ordinaires et les traite à part ; il introduit de plus un certain nombre d'hémiédries qui sont possibles physiquement, mais ne se distin-

I. Dans le système cubique :

a. L'*hémiédrie holoaxe* : trois axes quaternaires égaux, normaux aux faces du cube, quatre axes ternaires égaux, normaux aux faces de l'octaèdre, six axes binaires égaux, normaux aux faces du dodécaèdre rhomboïdal. Pas de centre ni de plans de symétrie. — N'a pas été observée jusqu'à présent.

b. La *tétartoédrie*, trois axes binaires égaux normaux aux faces du cube, quatre axes ternaires égaux normaux aux faces de l'octaèdre ; pas de centre ni de plans.

II. Dans le système quadratique :

a. L'*hémiédrie holoaxe* : un axe quaternaire normal aux bases du prisme carré, deux axes binaires égaux normaux aux faces latérales du prisme, deux autres axes binaires égaux joignant les milieux des arêtes verticales ; pas de centre ni de plans.

b. La *tétartoédrie hémimorphe* : un axe quaternaire seulement, pas de centres ni de plans. Ne paraît pas avoir été observée.

III. Dans le système hexagonal :

a. L'*hémiédrie holoaxe* : un axe sénaire normal aux bases du prisme hexagonal, trois axes binaires égaux normaux aux faces latérales du prisme, trois autres axes binaires égaux joignant les milieux des arêtes verticales; pas de centre ni de plans. N'a pas été observée.

b. La *tétartoédrie hémimorphe* : un axe sénaire, pas d'axes binaires, pas de centre ni de plans. N'a pas été observée.

guent pas quant à leurs caractères de symétrie de types appartenant à d'autres systèmes cristallographiques. Il considère enfin les hémièdries du système ternaire comme des tétartoédries du système hexagonal.

IV. Dans le système rhomboédrique :

a. L'*hémiédrie holoaxe* : un axe de symétrie ternaire perpendiculaire sur le plan de trois axes binaires égaux qui se coupent sous des angles de 120°. Pas de centre ni de plans.

b. La *tétartoédrie hémimorphe* : un axe ternaire, pas d'axes binaires, pas de centre ni de plans.

V. Dans le système rhombique :

L'*hémiédrie holoaxe* : trois axes binaires rectangulaires entre eux et inégaux ; pas de centre ni de plans.

VI. Dans le système clinorhombique.

L'*hémiédrie holoaxe* : un axe binaire ; pas de centre ni de plans.

VII. Dans le système asymétrique :

L'*hémiédrie* : ni axes, ni centre, ni plans de symétrie.

3. A ces divers modes de symétrie énantiomorphe, nous devons joindre le type spécial représenté dans la nature par *les corps dits isotropes qui sont doués de la polarisation rotatoire* [1]. Dans un corps vraiment isotrope [2] toute direction est un axe de symétrie d'ordre infini, et tout plan est un plan de symétrie. Une telle structure est incompatible évidemment avec l'existence de la polarisation rotatoire : si nous considérons en effet deux ondes se propageant symétriquement par rapport à un plan de symétrie, il faut, pour que ce plan reste un plan de symétrie, que la rotation du plan de polarisation s'effectue en sens inverse sur ces deux ondes ; cette condition ne peut évidemment pas être remplie pour toutes les ondes possibles par rapport

[1] *Milieux isotropes* de M. Boussinesq.

[2] *Milieux isotropes symétriques*, du même auteur.

à une infinité de plans de symétrie, elle est contraire aussi à l'hypothèse que le milieu est constitué de la même manière dans toutes les directions. D'où l'on conclut que les milieux isotropes actifs possèdent les axes de symétrie des vrais milieux isotropes, mais qu'ils s'en distinguent par l'absence de plans de symétrie, exactement comme les cristaux hémiédriques holoaxes se distinguent des cristaux holoédriques.

4. L'existence d'une polarisation elliptique dans les trois derniers systèmes, est encore douteuse; mais la plupart des cristaux appartenant aux groupes hémièdres V, VI et VII ci-dessus, sont des corps organiques dont les solutions sont actives. L'absence de plans de symétrie dans ces cristaux rend probable que leurs molécules offrent le même caractère, et explique ainsi la symétrie spéciale que l'on doit attribuer à leurs solutions. Quant aux cristaux des mêmes groupes qui donnent des solutions inactives (sulfates de zinc et de magnésium à 7 molécules d'eau), le fait qu'une même solution donne toujours naissance à des cristaux gauches et à des cristaux droits, même lorsqu'elle a été formée avec des cristaux d'une seule espèce, semble indiquer que la structure hémiédrique n'appartient pas aux molécules chimiques de ces sels, et qu'ils ne l'acquièrent que pendant la cristallisation.

Les cristaux appartenant aux groupes II *a* (sulfate de strychnine[1], sulfate d'éthylènediamine, carbonate de guanidine) IV *a* (Cinabre, quartz, hyposulfate de potassium, de plomb[1], de calcium, de strontium) et IV *b* (periodate de soude) possèdent le pouvoir rotatoire suivant l'axe

[1] D'après M. Wyrouboff le sulfate de strychnine et l'hyposulfate de plomb ne seraient pas hémiédriques et ne posséderaient pas la polarisation rotatoire. *Bull. Soc. min.* 1884.

principal et une polarisation elliptique dans les autres directions. Les cristaux appartenant au groupe I *b* tantôt ne présentent pas de pouvoir rotatoire appréciable (nitrates de plomb, de baryum et de strontium), et tantôt le possèdent également dans toutes les directions (chlorate et bromate de soude, acétate d'urane et de soude, sulfoantimoniate de soude).

Ceci posé, nous voyons que dans tous les milieux, à une seule exception près IV *b*, où la polarisation rotatoire naturelle a été observée, il existe toujours au moins un axe de symétrie binaire normal à l'une au moins des directions suivant lesquelles l'activité optique se manifeste. Si donc nous considérons une onde plane cheminant suivant cette direction, et si le milieu est dextrogyre pour cette onde, il devra être encore dextrogyre pour la même onde lorsque nous l'aurons fait tourner de 180° autour de l'axe binaire dont je viens de parler, puisque par suite de la définition même d'un axe de symétrie binaire, cette rotation aura amené le cristal à une position absolument équivalente à celle qu'il avait d'abord. D'où résulte que deux ondes cheminant dans la même direction, mais en sens inverse, sont soumises à un pouvoir rotatoire de même signe par rapport à elles-mêmes, ou de signe contraire par rapport à un observateur fixe. On retrouve ainsi comme une conséquence immédiate de la symétrie propre aux milieux doués de l'activité optique, le caractère fondamental et bien connu qui distingue le pouvoir rotatoire naturel du pouvoir rotatoire magnétique.

III

1. Quelle que soit la théorie que l'on adopte, si l'on

représente pour abréger les symboles de dérivations $\frac{d}{dx}$, $\frac{d}{dy}$, $\frac{d}{dz}$, $\frac{d}{dt}$ par α, β, γ, σ, les équations de la lumière pourront se mettre sous la forme symbolique générale

$$\begin{aligned}\sigma^2 u &= f_1 u + f_2 v + f_3 w\\ \sigma^2 v &= g_1 u + g_2 v + g_3 w\\ \sigma^2 w &= h_1 u + h_2 v + h_3 w\end{aligned}$$

où u, v, w sont les composantes suivant trois axes de coordonnées des déplacements d'un point de l'éther ; f_1, f_2, f_3, g_1, g_2, g_3, h_1, h_2, h_3 des fonctions entières à coefficients constants[1] des symboles α, β, γ, σ. Si l'on veut considérer en outre le mouvement des molécules pondérables, il s'ajoutera des termes analogues renfermant u', v', w', les composantes du déplacement d'une de ces molécules à la place de u, v, w, et à ce premier système d'équations, s'en ajoutera un second rentrant dans la même forme générale.

Or on peut expliquer la polarisation rotatoire en général, c'est-à-dire la propagation avec des vitesses différentes de deux ondes de même direction, polarisées circulairement ou elliptiquement en sens inverse, en supposant que les fonctions qui entrent dans les seconds membres des équations, contiennent, soit des termes d'ordre impair en α, β, γ; soit des termes d'ordre impair en σ ; ces termes ayant d'ailleurs des signes et des positions convenables dans les

[1] Si les coefficients étaient des fonctions périodiques des coordonnées, la méthode d'intégration de Cauchy conduirait pour la partie moyenne et seule observable du mouvement à des équations à coefficients constants rentrant dans la forme générale ci-dessus.

diverses équations. Le sens de la rotation du plan de polarisation change alors si l'on change simultanément les signes de ces termes actifs.

Pour intégrer nos équations nous poserons

$$u = \mathrm{P}e^{h'(l'x + m'y + n'z) + \left\{ h(lx + my + nz) - st \right\} i}$$
$$v = \mathrm{Q}e^{h'(l'x + m'y + n'z) + \left\{ h(lx + my + nz) - st \right\} i}$$
$$w = \mathrm{R}e^{h'(l'x + m'y + n'z) + \left\{ h(lx + my + nz) - st \right\} i}$$

etc..... où P, Q, R...., sont des quantités réelles ou imaginaires, dont les valeurs relatives, déduites des équations, déterminent la nature des vibrations. Ces intégrales représentent une onde plane dont la normale a les cosinus directeurs l, m, n, et qui s'éteint à partir du plan

$$l'x + m'y + n'z = 0$$

Nous pouvons d'ailleurs supposer que l'onde ait pénétré dans le cristal en tombant normalement sur une face plane, on a alors $l' = l$, $m' = m$, $n' = n$; ce qui simplifie un peu les formules tout en étant d'accord avec les conditions expérimentales habituelles.

La substitution de ces valeurs dans les équations conduira à y remplacer u, v, w, par P, Q, R, et α, β, γ, σ par $(h' + hi)l$, $(h' + hi)m$, $(h' + hi)n$, et si. Modifions maintenant graduellement la position de l'onde par rapport aux axes qui fixent la structure intérieure du milieu transparent, la quantité $s = \frac{2\pi}{\mathrm{T}}$ ne variera pas mais les cosinus l, m, n varieront; lorsque l'onde aura tourné de 180°, c'est-à-dire lorsqu'elle se propagera dans la même direction que précédemment, mais en sens inverse, l, m, n

auront changé de signe. En substituant les nouvelles intégrales dans les équations, on aura à remplacer u, v, w, par P, Q, R et σ par si comme précédemment, mais α, β, γ par $-(h'+hi)l$, $-(h'+hi)m$, $-(h'+hi)n$; en d'autres termes, on passera des équations qui donnent la polarisation d'une onde plane se propageant dans une certaine direction, aux équations qui donnent la polarisation d'une onde parallèle cheminant en sens inverse, en changeant simplement les signes de α, β, γ.

Or si la polarisation rotatoire est due uniquement à l'existence de termes impairs en σ, ces termes ne changeront pas de signe par cette substitution, le plan de polarisation tournera donc sur les deux ondes dans le même sens par rapport à des axes de coordonnées fixes ou en sens inverse par rapport aux ondes elles-mêmes; c'est là nous l'avons remarqué un caractère que ne présente pas le pouvoir rotatoire naturel, d'où l'on peut conclure que ces termes impairs en σ sont incompatibles avec la symétrie des milieux énantiomorphes. — Si d'ailleurs à côté des termes en σ, il existait des termes impairs en α, β, γ disposés de manière à ne pas donner à eux seuls de polarisation elliptique, ils ne la donneraient pas non plus après avoir été tous changé de signe.

Si la polarisation rotatoire est au contraire produite uniquement par des termes impairs en α, β, γ, son sens dépend du signe de ces termes et change par conséquent pour un observateur immobile lorsqu'on change le sens de la propagation de l'onde, ce qui est conforme à l'expérience et nécessité par la symétrie cristallographique dans presque tous les cas où l'activité optique a été observée.

Si le pouvoir rotatoire dépendait à la fois de termes impairs en σ et de termes impairs en α, β, γ il est clair

d'après ce qui précède que sa valeur absolue changerait en passant d'une onde à l'autre, puisqu'il résulterait de la somme de ces deux influences sur l'une et de leur différence sur l'autre.

Reste, enfin le cas où la polarisation rotatoire serait due à des termes renfermant les produits de puissances impaires de σ et de puissances impaires de α, β, γ. Elle ne pourrait alors résulter que de la partie imaginaire de ces termes après les substitutions; cette partie imaginaire aurait toujours la constante d'absorption h' en facteur; le pouvoir rotatoire disparaîtrait donc dans les milieux transparents, tandis qu'il augmenterait à mesure que le corps deviendrait plus absorbant.

A part ce dernier cas fort particulier et assez extraordinaire, il résulte de ce qui précède que des termes impairs en σ ne peuvent rendre compte des propriétés caractéristiques qui distinguent la polarisation rotatoire naturelle, au moins tant que l'on suppose les coefficients réels et constants. Or on ne voit pas trop comment des coefficients imaginaires pourraient s'introduire, et d'autre part il ne me semble pas que dans les équations générales d'une théorie régulièrement établie, l'on puisse avoir des coefficients dépendant des cosinus directeurs de la normale à une onde plane, car ces cosinus ne sont en somme que des constantes arbitraires introduites pendant l'intégration, et dont la signification physique ne se dégage qu'après cette intégration elle-même.

IV

Les remarques qui précèdent peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Lorsqu'on cherche à expliquer des phénomènes optiques tels que la polarisation rotatoire, qui ne s'observent que dans des types cristallins hémiédriques et parfaitement déterminés, il importe d'introduire avant tout dans les équations de la théorie que l'on veut vérifier les caractères de symétrie propres à ces milieux. L'on ne doit considérer comme acceptables que les théories qui font dépendre l'existence des phénomènes en question précisément de ces caractères de symétrie.

2° La polarisation rotatoire n'existant que dans des milieux énantiomorphes, et tous les milieux énantiomorphes de la cristallographie, à l'exception d'un seul, possédant au moins un axe de symétrie binaire normal à l'une au moins des directions suivant lesquelles l'activité optique se manifeste, il faut, par simple raison de symétrie, que sur deux ondes parallèles cheminant en sens inverse, la rotation du plan de polarisation s'effectue en sens inverse par rapport à des axes de coordonnées fixes; comme chacun le sait, cette conséquence est absolument d'accord avec ce que l'on observe en réalité.

3° Il résulte de ce caractère fondamental que possède la polarisation rotatoire naturelle qu'il est impossible de l'expliquer en introduisant dans les équations du mouvement de l'éther des termes renfermant les dérivées d'ordre impair des déplacements par rapport au temps. Des termes semblables peuvent exister, mais s'ils étaient tels qu'ils impliquassent le pouvoir rotatoire, ils seraient incompatibles avec la symétrie des milieux énantiomorphes [1], les seuls

[1] M. Boussinesq avait déjà signalé cette circonstance. Ce n'est donc pas sans raison que Cauchy et Mac Cullagh n'ont cherché à introduire que des dérivées par rapport aux coordonnées pour les

où le phénomène ait été observé. On est donc obligé de recourir à des termes renfermant les dérivées d'ordre impair des déplacements par rapport aux coordonnées; ces termes ayant d'ailleurs dans les équations des positions et des signes convenables.

4° Jusqu'à présent, si je ne me trompe, deux hypothèses moléculaires se sont montrées capables d'introduire des termes semblables avec les combinaisons de signe qui sont nécessaires.

La première de ces hypothèses, mise en avant par Cauchy[1] en 1849, veut que la structure de l'éther varie périodiquement dans l'intervalle des molécules pondérables. Cette structure est alors représentée par une fonction périodique indéterminée des coordonnées, qui doit seulement être d'accord avec la symétrie générale du milieu. Cette hypothèse a été développée depuis par plusieurs auteurs qui ont employé des procédés analytiques tout à fait différents. La méthode fort élégante de M. Sarrau se prêteterait sans difficulté à la plus grande généralisation possible de l'hypothèse. Elle satisfait d'ailleurs pleinement à la condition générale de donner la polarisation rotatoire dans les milieux énantiomorphes et de la faire disparaître nécessairement dans les autres milieux. M. Briot a également donné une solution satisfaisante, mais en particularisant davantage l'espèce de structure périodique qu'il attribue à l'éther. Les théories de MM. Sohncke et Mallard reviennent en somme à un développement différent de la même hypothèse générale, la périodi-

milieux actifs naturels, et qu'Airy au contraire a employé les dérivées par rapport au temps pour représenter la polarisation rotatoire magnétique.

[1] *Comptes rendus*, 1849, t. XXIX, p. 641, 728, 762; 1850, t. XXX, p. 17.

cité et la symétrie énantiomorphe étant en quelque sorte introduites dans les intégrales au lieu de l'être dans les équations même du mouvement.

La deuxième hypothèse acceptable est celle de M. Boussinesq, d'après laquelle l'éther aurait dans les milieux pondérables la même structure que dans le vide, mais entraînerait dans son mouvement les molécules pondérables. Les déplacements de celles-ci seraient alors des fonctions indéterminées des déplacements de l'éther environnant; ces fonctions devant seulement être compatibles avec la symétrie générale du milieu.

Il est aisé maintenant de voir le caractère commun de ces deux groupes de théories, en même temps que la cause de l'insuccès de la grande théorie de Cauchy. Celle-ci suppose en effet que l'action réciproque de deux molécules quelconques est dirigée suivant la droite qui joint leurs centres de gravité, et n'est fonction que de leur distance. Or de pareilles forces, outre que leur existence semble incompatible avec l'ensemble des phénomènes de cristallisation [1], excluent par leur définition même toute influence de la symétrie propre aux molécules pondérables. On peut donc prévoir qu'elles seront incapables d'expliquer des phénomènes qui sont évidemment liés à la structure hémiédrique.

Il faut donc en toute rigueur considérer d'autres forces. Dans l'état imparfait de nos connaissances, nous ne pouvons considérer ces forces que comme des fonctions indéterminées des positions relatives des molécules pondérables et des molécules d'éther, peut-être aussi de leurs vitesses relatives, mais soumises en tout cas aux conditions de symétrie du milieu. Ce sont précisément des fonctions

[1] Poisson, *Journ. École Polyt.* XX.

indéterminées de cette nature qui sont introduites par les deux hypothèses que j'ai rappelées tout à l'heure. Mais il est probable qu'il existe encore d'autres manières de les introduire, et que ces divers procédés se montreront tous capables de fournir une explication plus ou moins satisfaisante du groupe restreint de phénomènes que nous avons considéré dans cette étude.

Genève, février 1884.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

A. Riccò [1]-Studi spettrali..... Études spectrales sur la couleur de l'eau (*Mémorie degli Spettroscopisti Italiani*, 1876, t. V ; 1879, t. VIII). — Alcuni fenomeni..... Quelques phénomènes optiques de l'atmosphère et de la mer de Palerme. (*Revista scientifico-industriale di Firenze*, 1882.)

Dans une première série de recherches, M. Riccò a étudié la couleur de diverses eaux par transmission au travers d'un tube de 4^{m},20 de longueur, soit en observant directement la teinte, soit en l'analysant au spectroscope ; il a examiné également l'apparence de la trace lumineuse que produit un faisceau concentré de rayons pénétrant dans le liquide. Il a étendu ces observations à des solutions salines. Il résume de la manière suivante les résultats auxquels il est parvenu.

« 1° L'eau pure absorbe les rayons de plus grande longueur d'onde et transmet une lumière bleue tirant au vert (cerulea) sous une faible épaisseur, et azur pour une épaisseur plus grande.

« 2° Les particules les plus ténues en suspension dans

[1] M. le prof. A. Riccò a fait dans ces dernières années des recherches sur la couleur de l'eau qui m'avaient échappé et qui n'ont pas été mentionnées dans mon récent article sur ce sujet (voyez *Archives*, p. 276 du présent volume), non plus que dans une note sur le spectre d'absorption de l'eau que M. Sarasin et moi nous avons publiée il y a peu de temps (Voyez *Archives*, p. 327 du présent volume et *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.* du 10 mars 1884). Pour réparer cette double omission, je donne ici un court résumé des intéressantes recherches de M. Riccò. L. Soret.

l'eau interceptent les rayons de plus courte longueur d'onde, en sorte que la lumière transmise privée des rayons rouges par l'absorption propre de l'eau et des rayons violets par l'action des particules en suspension, prend une couleur verte formée des rayons moyens du spectre. Si la quantité des parties en suspension devient plus grande, l'absorption croissante des rayons les plus réfrangibles fait tourner la couleur de la lumière transmise au vert-jaune, au jaune, à l'orangé, au rouge [1].

« 3° Les sels qui sont contenus dans l'eau de mer (lesquels sont incolores) n'exercent sur les rayons de grande longueur d'onde aucune absorption spéciale qui puisse expliquer la couleur de la mer; ces sels en solution se comportent comme de l'eau tenant en suspension des corpuscules solides, et dans le fait on a toujours observé la présence de particules dans ces solutions. »

L'auteur admet que la diffusion particulaire contribue à la coloration bleue de l'eau par réflexion, mais que si l'eau contient trop de ces particules, elle perd sa transparence, en sorte que la lumière ne pénètre pas à une assez grande profondeur pour prendre la couleur azurée, et que de plus l'extinction des rayons de grande réfrangibilité par les corpuscules les plus ténus fait virer la teinte au vert ou au jaune.

Dans sa seconde note M. Riccò rapporte les résultats qu'il a obtenus au spectrocospe sur la lumiére solaire ayant traversé un tube plein d'eau de $7^{m},50$.

Avec de l'eau douce limpide, sans saveur, légèrement calcaire, la teinte transmise était franchement verte. « Dans le spectre de cette lumière, le rouge commence sur la raie B qui est à peine visible, de B à C le rouge est très sombre, de C jusque près de D l'orangé est obscurci par une pénombre, de F à G le bleu livide va en s'assombrissant jusqu'à la limite du spectre, coïncidant avec la raie G qui est à peine visible.

[1] Ces résultats sont tout à fait d'accord avec ceux que M. Spring a donnés dans son récent mémoire. — Ajoutons que M. Riccò a trouvé que $^{1}/_{10000}$ d'argile en suspension dans l'eau suffit pour la rendre complètement opaque sur une épaisseur de $1^{m},66$.

Dans la partie moyenne, il n'y a aucun indice d'une absorption spéciale : les raies D, E, b, F sont bien distinctes, C et G le sont beaucoup moins.....

« La lumière transmise par l'eau de mer était verte ; le spectre commence sur B qui est à peine visible, de B vers D le rouge et l'orangé sont obscurcis par une ombre et une pénombre, jusqu'à une distance de D un peu moindre que l'intervalle de E à *b* ; à son extrémité la pénombre semble se renforcer de manière à former une bande plus obscure, mais de si peu que l'on ne pourrait assurer qu'elle soit réelle ou que ce soit là un effet de contraste avec la région lumineuse adjacente dans le jaune [1]. En tout cas on doit admettre au moins que l'obscurcissement de la partie la moins réfrangible du spectre finit brusquement et non par une dégradation continue. De F à la moitié de l'intervalle F G on observe un bleu violacé s'assombrissant de plus en plus jusqu'à disparition complète. Dans le reste du spectre il n'y a aucun signe d'absorption particulière : les raies D, E, b, F, sont distinctement visibles.

« On peut conclure de ces expériences qu'entre l'eau douce et l'eau de mer, il n'y a pas de différence dans le mode d'absorption, mais seulement dans le degré auquel elle s'exerce... »

L'auteur termine son mémoire en exposant ses vues sur la coloration de l'eau [2] et en relatant d'intéressantes et nom-

[1] Il est évident que cette bande obscure est la même que celle que M. Sarasin et moi avons décrite, et que nous avons retrouvée dans toute espèce d'eau, y compris l'eau de mer. L'incertitude de M. Riccò sur sa réalité provient sans doute de ce qu'il opérait avec la lumière solaire dont les raies gênent beaucoup l'observation de faibles bandes d'absorption, particulièrement dans cette partie du spectre qui contient de nombreuses raies atmosphériques, d'intensité très variable. Je suis persuadé que s'il eût essayé une lumière continue comme celle du gaz, l'auteur n'aurait conservé aucun doute sur l'existence de cette bande. L. S.

[2] La théorie adoptée par M. Riccò s'accorde tout à fait avec celle que j'ai développée dans mon article *Sur la couleur de l'eau*, théorie qui du reste n'est autre que celle de M. Tyndall et de M. Le Conte. L. S.

breuses observations que nous ne pourrions analyser sans sortir des limites de ce résumé.

John Le Conte. Physical studies... Études physiques sur le lac Tahoe [1]. (*Overland Monthly*, II, novembre 1883, p. 506; décembre 1883, p. 595; III, janvier 1884, p. 41.)

M. le prof. John Le Conte de l'Université de Berkeley, en Californie, vient de publier une série d'études physiques sur le lac Tahoe, grand lac alpin, dans la Sierra Nevada, entre les États de Californie et de Nevada. Ces recherches se lient directement avec celles qui ont été faites dans nos lacs suisses et spécialement dans le Léman; nous allons les analyser.

Le lac Tahoe, anciennement lac Bigler, est situé par 39° lat. nord et 120° long. ouest de Greenwich; son altitude est de 1905 m., soit de 110 m. plus élevée que les lacs de Sils et de Silvaplana dans l'Engadine; sa longueur est de 35 kil., sa largeur de 19 kil., sa superficie de 500 kil. carrés, sa profondeur maximale de 500 m.

Une première série d'études donne la température mesurée du 11 au 18 août 1873. Voici les valeurs en degrés centigrades :

0m	19°4	122m	7°2
15m	17°2	146m	6°9
30m	12°8	152m	6°7
46m	10°0	183m	6°1
61m	8°9	235m	5°0
76m	8°3	459m	4°0
91m	7°8		
101m	7°5		

Si l'on compare ces valeurs avec les chiffres analogues du

[1] Ces intéressantes études ont déjà été mentionnées dans un récent article de M. L. Soret *Sur la couleur des eaux* (voyez *Archives*, mars 1884, p. 276 du présent volume). A côté de cette question sur laquelle nous ne revenons pas, le mémoire de M. J. Le Conte relate d'autres faits très intéressants dont nous donnons ici une analyse rédigée, à notre prière, par M. le prof. Forel. (*Réd.*)

lac Léman en 1879 [1], on voit que jusqu'à 200 m. de profondeur, le lac Tahoe est notablement plus chaud que le Léman ; au delà la température est plus basse, ses couches les plus profondes descendent à 4°0. M. Le Conte attribue ce réchauffement plus considérable des couches supérieures à la plus grande limpidité de l'eau, qu'il estime être plus diathermane.

Le Tahoe n'a jamais gelé, d'après le dire des riverains, quoique la température de l'air descende parfois fort bas dans cette région ; dans l'hiver 1873 à 1874 le thermomètre a marqué — 14° c., et l'on estime qu'il doit parfois s'abaisser jusqu'à 0° Fahr. soit — 18° c. M. Le Conte attribue cette non congélation du Tahoe à l'énorme masse des eaux de ce lac très profond.

M. Le Conte se demande pourquoi le cadavre des hommes noyés dans le Tahoe ne remontent pas à la surface; il attribue ce fait à la basse température des couches profondes du lac, qui favorise très mal la putréfaction. La putréfaction se faisant très lentement, le corps est peu dilaté par les gaz, et ne s'allège pas assez pour remonter à la surface. — Je compléterai cette explication d'un fait constaté dans tous les lacs profonds, et qui partout étonne les riverains, en disant que dans les couches profondes la pression est telle que les gaz développés par la putréfaction, s'il s'en développe, sont réduits par compression à un volume si faible, que le corps ne peut prendre un accroissement suffisant pour être soulevé dans l'eau. J'estime que tout noyé, descendu à plus de 50 mètres de profondeur, ne remontera jamais à la surface.

Le Tahoe est célèbre par la couleur bleue et la transparence admirable de ses eaux. Un disque blanc descendu dans ce lac le 6 septembre 1873 ne disparut à la vue qu'à 33 mètres de profondeur. Dans le Léman des expériences analogues m'ont donné pour la limite de visibilité au mois de septembre 6^{m},8, soit une profondeur de 4 ou 5 fois plus faible que celle du lac Tahoe. La plus grande profondeur à laquelle j'aie vu dans le Léman un objet blanc, a été, au mois de mars, par 17 mètres de fond [2]. Quelle est la cause de cette

[1] Voyez *Archives*, 1880, t. III, p. 505.

[2] Voyez *Archives*, 1877, t. LIX, p. 141.

grande différence dans la transparence? Le Conte est disposé à l'attribuer à des matières dissoutes dans l'eau.

Dans la seconde série de ces études, M. Le Conte recherche les causes de la couleur de l'eau. Ses considérations théoriques et ses conclusions se rapprochent de très près de celles de M. L. Soret dans son mémoire récent sur ce sujet.

Dans la troisième série, M. Le Conte étudie la question des seiches, et en indique les conditions locales dans le lac Tahoe, mais sans les avoir constatées expérimentalement. Il donne à cette occasion des notes précieuses sur des observations de mouvements rythmiques de l'eau des lacs faites par les naturalistes américains sur les grands lacs des États-Unis dès l'année 1673 jusqu'à nos jours. Ces auteurs ont évidemment constaté des mouvements dus à des seiches, mais ils ne semblent pas en avoir reconnu la nature.

Quelques mots sur la géologie de la contrée qui a été envahie par les glaciers dans la grande époque glaciaire, quelques mots sur la faune profonde du lac Tahoe dont l'existence a été constatée, mais qui n'a pas été jusqu'à présent étudiée, terminent ces importantes recherches, dont l'intérêt sera apprécié par tous les naturalistes suisses. F.-A. F.

ÉLIE WARTMANN. ACTION DU FROID SUR LA FACULTÉ GERMINATIVE.

En novembre 1880, j'avais soumis à un froid de —110° des marrons d'Inde, dans le but de savoir si leur faculté germinative résistait à une pareille température. Obligé de passer l'hiver à l'étranger, je confiai à un jardinier le soin de semer ces marrons, conjointement avec d'autres qui n'avaient pas subi la même épreuve. Ce fut d'après son témoignage que j'insérai dans le numéro d'avril 1881 des *Archives* (tome V, page 344) l'annonce que les marrons refroidis avaient germé. Plus tard, cet homme m'ayant confié qu'il s'était peut-être trompé, j'ai recommencé les mêmes essais en 1882 et en 1883. J'ai constaté qu'il avait effectivement commis une erreur. Les marrons d'Inde qui ont été exposés à un froid intense ne germent plus. Ils ne jouissent pas de l'indemnité

constatée chez les graines de petit volume, qui sont infiniment moins succulentes.

CHIMIE

C. GRÆBE. ÉTHERS DE L'ACIDE PHTALIQUE. (*Berichte*, XVI, p. 860. Genève.)

On admet généralement maintenant que le chlorure de l'acide phtalique a la formule $C_6H_4 \begin{matrix} CCl_2 \\ CO \end{matrix} >$; il était intéressant de savoir s'il y a aussi des éthers de cette constitution. Græbe a donc préparé les éthers méthylique et éthylique en partant de l'acide ou du sel d'argent ce qui doit donner un éther symétrique $C_6H_4 \begin{matrix} CO.OR \\ CO.OR \end{matrix}$ et en partant du chlorure, ce qui devrait donner un éther disymétrique, le résultat a été que les points d'ébullition sont les mêmes et que les poids spécifiques diffèrent très peu; mais par contre en partant de l'acide phtalique tétrachloré, l'éther éthylique symétrique cristallise sous forme de colonnes fusibles à 60°, tandis que l'éther disymétrique cristallise en feuilles et fond à 124°.

C. GRÆBE. UN ISOMÈRE DE L'EUXANTHONE. (*Berichte*, XVI, p. 862. Genève.)

Wichelhaus et Salzmann ont déjà obtenu un dérivé binitré de l'oxyde de carbodiphénylène $C_{13}H_6O_2(NO_2)_2$ et l'amide de ce corps en chauffant cette amide avec de l'acide chlorhydrique vers 250°. Græbe a réussi à remplacer les 2 groupes NH_2 par 2 hydroxyles $C_{13}H_6O_2(OH)_2$. Cet oxyde de la bioxydiphénylènekétone ressemble beaucoup à l'euxanthone, mais ne lui est pas identique; il fond au-dessus de 330°, tandis que l'euxanthone fond à 232°. Il sera intéressant de comparer la matière colorante qu'on peut obtenir de l'oxyde de diphénylènekétone avec celle qu'on obtient de l'anthracène; en

effet, la constitution de ces deux substances se rapproche beaucoup :

$$\begin{array}{ccc} & CO & \\ C_6H_4 & & C_6H_4 \\ & CO & \end{array}$$

anthraquinone.

$$\begin{array}{ccc} & CO & \\ C_6H_4 & & C_6H_4 \\ & O & \end{array}$$

oxyde de diphénylènekétone.

R. Binschedler. Oxydation d'un mélange de monamines et de diamines aromatiques ; safranines. (*Berichte*, XVI, p. 864. Bâle.)

L'auteur obtient des matières colorantes nouvelles en oxydant en présence de chlorure de zinc un mélange d'amines aromatiques ; ainsi la diméthylparaphénylènediamine oxydée par le bichromate de potasse en présence de diméthylaniline donne un produit vert qui a pour formule :

$$(C_{16}H_{19}N_3HCl)_2ZnCl_2$$

suivant la réaction théorique.

$$C_6H_4\begin{cases} N\begin{matrix}-CH_3\\-CH_3\end{matrix} \\ NH_2 \end{cases} + C_6H_5N(CH_3)_2 + O_2 = C_{16}H_{19}N_3 + 2H_2O$$

mais en réduisant le sel de zinc ou mieux de mercure, il s'additionne 2 H et on obtient réellement une base incolore ayant pour formule :

$$HN\begin{cases} C_6H_4N(CH_3)_2 \\ C_6H_4N(CH_3)_2 \end{cases}$$

Ce sont des cristaux formant des tables carrées fusibles vers 119°.

La matière colorante elle-même oxydée par le bichromate de potasse en présence d'une molécule d'acétate d'aniline, donne une substance violette dont la dissolution est fluorescente, c'est une tétraméthylphénylènesafranine qui se forme suivant la réaction.

$$C_{16}H_{19}N_3 + C_6H_5NH_2 + O_2 = C_{22}H_{22}N_4 + 2\ H_2O.$$

Si dans cette dernière réaction on remplace l'aniline par un de ses homologues supérieurs on obtient de nouvelles matières colorantes, mais la diméthylaniline n'en donne pas. En oxydant une molécule de diméthylparaphénylènediamine et 2 molécules d'aniline on obtient la diméthylphénylènesafranine $C_{20}H_{18}N_4$ qui est rouge ; les homologues de l'aniline donnent des résultats analogues, mais pas la paratotuidine seule.

La phénylènesafranine $C_{18}H_{14}N_4$ s'obtient en traitant l'aniline par l'acide nitreux, en réduisant le produit par le zinc et HCl, oxydant par le bichromate de potasse, neutralisant par la chaux et précipitant par du sel ; son nitrate forme de petites feuilles orthorhombiques vertes, douées de l'éclat métallique. En réduisant la matière colorante, la base primitive s'additionne 4 H.

A. Weber et C. Söllscher. Réactions des carbures d'hydrogène chlorés. (*Berichte*, XVI, p. 882. Zurich.)

Le perchlordiphényle traité en dissolution alcoolique par la soude caustique à 150° donne naissance à un produit peu soluble dans l'ammoniaque qui n'a pas encore été étudié et à un produit facilement soluble qui est du perchlordiphénol $C_{12}Cl_8(OH)_2$ fusible vers 234°, dont l'éther méthylique cristallise en aiguilles fusibles à 226° et l'éther éthylique cristallise aussi en aiguilles fusibles à 193° — 194°. Cette étude sera étendue à d'autres carbures perchlorés.

K. Hock. Combinaisons de la chinoline avec les phénols. (*Berichte*, XVI, p. 885, Berne.)

2 molécules de chinoline se combinent avec 1 molécule de résorcine pour former un corps cristallin fusible à 102° bien soluble dans l'alcool ayant pour formule $C_{24}H_{20}N_2O_2$; cette substance se décompose en ses constituants par la cuisson avec de l'eau, ou par un acide ou une base. L'auteur a ainsi préparé une hydroquinone-chinoline. Ces deux substances ont des propriétés antiseptiques et antipyrétiques.

G. Lunge et P. Næf. Poids spécifique de l'acide sulfurique concentré. (*Chem. Ind.*, 1883, p. 37, Zurich.)

Ces chimistes ont déterminé le poids spécifique de l'acide sulfurique à différentes concentrations, ils ont reconnu que le maximum de densité correspond à un acide renfermant 97,7 °/₀ SO_4H_2, le minimum à l'acide monohydraté et que le coefficient de dilatation est égal à 0,0010.

A. Pierson et K. Heumann. Action de l'éthyldichloramine sur les amines aromatiques et sur l'hydrazobenzol. (*Berichte*, XVI, p. 1047, Zurich.)

En ajoutant de l'éthyldichloramine à une dissolution de p. toluidine dans la ligroïne, les auteurs obtiennent du p. azotoluol et du chlorhydrate d'éthylamine suivant la réaction

$$2C_7H_7NH_2 + C_2H_5NCl_2 = C_7H_7N = NC_7H_7 + C_2H_5NH.HCl + HCL.$$

l'action est donc la même que celle du permanganate de potasse et du chlorure de chaux, sur la toluidine.

Avec l'aniline on a les réactions suivantes :

I. $C_6H_5NH_2 + C_2H_5NCl_2 = C_6H_3Cl_2NH_2 + C_2H_5NH_2$

II. $2C_6H_5NH_2 + 3C_2H_5NCl_2 = 2C_6H_2Cl_3NH_2 + 3C_2H_5NH_2$

l'action est donc simplement chlorurante.

Enfin, avec l'hydrazobenzol on obtient de l'azobenzol ; il y a simple élimination d'hydrogène.

W. TRZCINSKI. ACTION DE L'ACIDE BIBROMBARBITURIQUE SUR LA SULFO-URÉE ET SUR LES SULFOCYANURES. (*Berichte*, XVI, p. 1057, Berne.)

Si l'on ajoute de la sulfo-urée à une dissolution d'acide bibrombarbiturique dans l'alcool on obtient un précipité qui est de l'acide sulfopseudo-urique suivant la réaction :

$$C_4O_3N_2Br_2H_2 + CSN_2H_4 = C_5O_3N_4H_6S + Br_2$$

Si au lieu de prendre de la sulfo-urée on ajoute une dissolution alcoolique d'un sulfocyanure, le brome est éliminé, le sulfocyanure entre dans la molécule et l'on a :

$$\begin{array}{ccccccccccc}
 & NH-CO & & & & NH-CO & & & K & & \\
\diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \\
CO & & & CBr_2 + CNSK = CO & & & & C & & & + Br_2 \\
\diagdown & & \diagup & & \diagdown & & \diagup & & \diagdown SCN & & \\
 & NH-CO & & & & NH-CO & & & & &
\end{array}$$

En traitant ce sel par un acide on le décompose et on obtient de l'acide sulfodialurique, mieux encore en le chauffant avec une dissolution de potasse caustique.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 20 mars.

Herzen. Sur la pepsinogénie chez l'homme. — Schiff. Sur l'état électrotonique des nerfs.

M. le prof. Herzen, de Lausanne, rend compte de ses recherches *Sur la pepsinogénie chez l'homme.*

D'après le plan ébauché dans une communication faite à la Société vaudoise de médecine[1], M. Herzen a entrepris, sur son homme à fistule gastrique, en collaboration avec M. le Dr C. Roux, des expériences destinées à constater directement chez l'homme l'influence des substances « peptogènes » sur la marche de la digestion, influence depuis longtemps mise hors de doute indirectement par les effets rapides de la « cure peptogénique » dans une foule de cas de dyspepsie. M. Herzen fait remarquer l'impossibilité où il se trouve d'appliquer à son patient, dans toute sa rigueur, la méthode expérimentale qui a conduit M. Schiff à la belle et importante découverte de l'influence en question; mais il fait ressortir qu'en revanche, s'il réussit à en donner une démonstration évidente *malgré* les conditions défavorables qui lui sont imposées, ce sera une démonstration *à fortiori.*

Chaque expérience (elles sont au nombre de 44) a été conduite simultanément au moyen de deux méthodes bien distinctes, destinées à se contrôler mutuellement : observation,

[1] V. *Rev. méd. de la Suisse romande*, 15 janvier 1884.

d'heure en heure, des progrès de la digestion, dans l'intérieur de l'estomac, de l'aliment expérimental (albumine d'œuf coagulée, coupée en petits cubes de 5 mm. de côté), et observation des propriétés digestives des liquides puisés d'heure en heure dans l'estomac.

L'étude des cubes d'albumine introduits dans l'estomac, dans de petits sacs en fil de soie, à larges mailles, a montré que tantôt ils sont rapidement attaqués par le suc gastrique, et tantôt ils séjournent une heure, deux heures même, dans le viscère, tout en restant en apparence parfaitement intacts. Comme dans ce dernier cas même un flocon de fibrine introduit dans l'estomac reste quelquefois intact pendant le même temps, malgré la forte acidité du suc gastrique, M. Herzen avait cru d'abord pouvoir considérer cette non-dissolution de l'albumine comme une preuve de l'absence du ferment peptonisant de l'estomac. Mais il s'est bientôt aperçu que ces cubes, soigneusement rincés dans de l'eau pure, essuyés avec du papier buvard et mis à l'étuve à 40° dans de l'acide chlorhydrique très dilué, se dissolvent complètement en quelques heures; il paraît donc que pendant leur séjour dans le viscère, ils peuvent s'imprégner de ferment, et que ce ferment n'est pas la pepsine dans sa forme active; car la peptonisation dans ces cas est souvent fort incomplète : la plus grande partie de l'albumine est dissoute et modifiée, mais non transformée en peptone définitive. Est-ce là la manière d'agir de la forme inactive de la pepsine, du zymogène stomacal, ou bien y a-t-il dans le suc gastrique, outre l'agent peptonisant, et quelquefois en l'absence de celui-ci, un *agent dissolvant*, sous l'influence duquel les albumines ne dépasseraient pas la phase de parapeptone? C'est là un point qui demande des études ultérieures, aussi M. Herzen ne fait-il que soulever la question, sans la résoudre. Quoi qu'il en soit, dans les cas où la dissolution et la peptonisation marchent vite, dans l'intérieur de l'estomac et à l'étuve, on peut être sûr de la présence abondante de la pepsine; c'est justement ce qui a eu lieu toutes les fois qu'on a administré, quelque temps avant le repas, un bon peptogène (dextrine ou bouillon de viande concentré) soit en l'introduisant par la fistule, soit en l'appliquant par lavement. M. Herzen présente une

riche collection de cubes d'albumine ayant séjourné 1 heure, 2 h. et 3 h. dans l'estomac et conservés dans l'alcool, collection qui offre une démonstration frappante et irrécusable de la rapidité avec laquelle s'accomplit la digestion sous l'influence des peptogènes.

Un fait constant chez le sujet de M. Herzen c'est l'entrée *périodique* du contenu duodénal dans l'estomac ; ce n'est pas qu'il y ait des jours où l'estomac contient de la bile, et d'autres où il n'en contient pas ; mais on observe, pendant une seule et même digestion, à intervalles d'une heure environ, un abondant échange de contenus entre l'estomac et le duodénum : ils se vident alternativement l'un dans l'autre, de telle sorte qu'on trouve l'estomac tantôt presque tout à fait vide, tantôt rempli d'un liquide copieux et intensement coloré par de la bile ; cette coloration est tantôt jaune d'ambre, tantôt vert foncé, et trahit ainsi la fréquente présence de bile fraîchement sécrétée ; il est relativement rare de rencontrer dans l'estomac un liquide incolore que l'on puisse considérer comme du suc gastrique pur. Néanmoins, ces liquides, dilués d'acide chlorhydrique très étendu, donnent au moyen de la digestion artificielle, à l'étuve, des résultats assez constants ; on constate de cette manière que le contenu stomacal pris le matin, à jeun, est en général très riche en ferment, car il dissout à la longue de très grandes quantités d'albumine ; mais il est probable que le ferment s'y trouve à l'état de zymogène, car dans la plupart des cas la dissolution de la fibrine est très lente au commencement et s'accélère plus tard. Les liquides puisés d'heure en heure après le repas expérimental, peuvent être divisés en deux catégories, qui sont quelquefois nettement caractérisées : tantôt ils manifestent à partir de la première heure un pouvoir digérant *décroissant*, presque nul cinq heures après le repas ; tantôt au contraire ce pouvoir se *maintient* pendant plusieurs heures à sa hauteur initiale, et *augmente* même quelquefois dans les premières heures de l'acte digestif. Or, cela a lieu toutes les fois qu'on administre, par l'estomac ou par le rectum de la dextrine, du bouillon ou une solution de peptone, quelque temps avant le repas, une heure environ ; l'action se prononce

plus tard si le peptogène est donné en lavement, mais, sauf cette différence, elle est la même.

Ainsi les deux méthodes d'investigation conduisent, quant à l'influence des peptogènes, au même résultat : la richesse du suc gastrique en pepsine active, et, par suite, la rapidité de la digestion, augmentent considérablement lorsque ces substances ont été absorbées par la muqueuse gastrique ou rectale. L'importance hygiénique et thérapique de ce fait n'échappera à personne ; en effet, plusieurs médecins distingués, qui ont mis à l'épreuve l'efficacité des peptogènes dans un assez grand nombre de cas de dyspepsie, ont obtenu des résultats extrêmement favorables.

M. le prof. Schiff expose ses recherches *Sur l'état électrotonique des nerfs.*

On sait qu'un fragment d'un nerf, excisé immédiatement après la mort d'un animal, pendant qu'il peut encore exciter le muscle, devient électromoteur dans toute sa longueur, quand un petit trajet de ce fragment est parcouru par le courant d'une pile constante. Le courant a la même direction que celui de la pile, est très énergique près des pôles de la pile et diminue rapidement à mesure qu'on s'en éloigne. Cet état du nerf polarisé a été appelé état électrotonique par Du Bois-Reymond auquel nous devons la connaissance de ces faits.

D'après *Du Bois* et son école cet état appartient seulement au nerf vivant et ne se montre dans aucun autre tissu du corps animal. On a admis d'après les premières observations que cet état est intimement lié à l'excitabilité du nerf et qu'il disparaît avec elle. *Matteucci* au contraire cherchait à l'expliquer par les conditions physiques de la structure du nerf et admettait que cet état électrotonique se conservait même après la mort tant que les conditions physiques ne sont pas altérées.

Valentin a trouvé que cet état électrotonique conduit à des changements très notables dans l'*excitabilité* du nerf vivant et *Pflüger* qui a fait de ces changements de l'excitabilité le sujet de longues études, trouve que l'excitabilité est toujours *diminuée* du côté du pôle positif et qu'on la trouve *augmentée* du côté du pôle négatif de la pile.

Depuis longtemps on a trouvé que la possibilité de produire l'état électrotonique ne cesse pas *immédiatement* lorsque le nerf après la mort n'agit plus sur le muscle.

Dans les mammifères nous avons vu que cet état se reconnaît au galvanomètre après la mort, même quand l'examen microscopique fait simultanément avec l'expérience galvanométrique et sur un autre fragment (plus périphérique) du *même* nerf, montrait déjà un commencement de coagulation de la moelle nerveuse, et un bord de double réfraction au polariscope. L'état électrotonique ne fait pas défaut jusqu'à ce que la coagulation de la moelle ait altéré toute son épaisseur et produit entre ses portions des différences notables de sa transparence.

On sait que la partie périphérique d'un nerf coupé perd son excitabilité dans l'animal vivant à peu près après le quatrième jour et que cette partie montre ensuite ce que l'on appelle la dégénérescence paralytique. Autrefois M. Schiff avait examiné de tels nerfs en pleine dégénérescence et il n'avait plus trouvé de trace de l'état électrotonique. Dans les recherches des dernières années il a pris le nerf entre le neuvième et le treizième jour après la section et il a vu qu'à cette époque, malgré la cessation complète de l'excitabilité, malgré la dégénérescence commençante, il y avait encore un état électrotonique très bien caractérisé. Le microscope et le polariscope lui ont montré que l'état électrotonique existe, malgré la fragmentation de la partie médullaire du nerf, tant que les fragments de la gaine médullaire ne sont pas séparés entre eux par des interstices beaucoup plus transparents que les portions médullaires.

Dans tous ces cas on ne peut observer que les manifestations galvanométriques de l'électrotonus, car les altérations de l'excitabilité qui le caractérisent dans le nerf vivant ne peuvent plus exister après la mort. On sait que dans le nerf moteur la mort du nerf produit une perte de l'excitabilité qui commence dans la partie centrale du nerf et se propage avec une rapidité variable du centre vers la périphérie. Ce progrès de la mort est très rapide dans la partie lombaire du nerf d'une grenouille galvanoscopique, mais très souvent il s'arrête un peu au commencement de la partie crurale du

nerf. Si avec un peu de patience on s'est procuré une préparation dans laquelle la partie lombaire n'agit plus sur les muscles même quand on l'irrite avec des courants très énergiques, pendant que la partie crurale est encore très excitable, on voit qu'un courant constant appliqué sur la partie lombaire produit encore dans la partie crurale non seulement les signes galvanométriques de l'électrotonus, mais encore les altérations de l'excitabilité qui accompagnent l'état électrotonique. On peut fortement augmenter ou diminuer l'excitabilité du nerf crural par un courant auquel on fait parcourir la partie centrale et inexcitable du nerf, que l'on peut regarder comme morte au point de vue physiologique. Il y a donc la continuité électrique sans continuité physiologique.

Ces faits qui démontrent qu'une partie non excitable d'un nerf peut encore être le siège d'un état électrotonique avec toutes ses propriétés caractéristiques, paraissent encore conduire à d'autres conclusions intéressantes sur la nature de l'irritation électrique que M. Schiff se propose de développer dans une autre occasion.

Séance du 3 avril.

J.-L. Soret. Sur les phénomènes de polarisation qui accompagnent les Gloires observées sur les nuages à l'opposite du soleil. — E. Gautier. Circonstances atmosphériques de l'hiver 1883-84. — H. de Saussure. Salines de Gou. hénans.

M. J.-L. Soret communique la note suivante *Sur les phénomènes de polarisation accompagnant les « Gloires » observées sur les nuages à l'opposite du soleil.*

On sait qu'un observateur placé de manière que son ombre tombe sur un nuage, voit autour de l'ombre de sa tête une *gloire* formée tantôt de plusieurs anneaux colorés, analogues aux couronnes, tantôt d'une simple auréole brillante sans coloration bien nette. Ce phénomène a été décrit par Scoresby, Bouguer, M. Hagenbach [1]; Fraunhofer en a donné une

[1] *Actes de la Société Helvétique des Sc. nat.* Einsiedeln 1868, p. 57.

explication complétée par M. Clausius [1]. — Dans les cas, malheureusement trop peu fréquents, où je l'ai observé, j'ai reconnu à l'aide d'un polariscope de Savart, quelques faits qui me paraissent mériter d'être signalés quoique je n'aie pu les étudier encore que très imparfaitement. En effet je n'ai pas eu l'occasion d'examiner le phénomène complet, c'est-à-dire de distinguer plusieurs couronnes colorées; mes observations ne se rapportent qu'à des cas où il ne se présentait qu'un anneau blanchâtre [2].

M. Hagenbach a annoncé que la lumière des anneaux colorés n'est pas polarisée. Je suis arrivé au même résultat pour la lumière de l'auréole brillante; mais en dehors et en dedans de cette auréole j'ai reconnu des phénomènes de polarisation assez caractéristiques.

Au centre même de la gloire, soit au point opposé au soleil où tombe l'ombre de la tête, je n'ai pas trouvé de polarisation; mais entre ce point central et l'auréole brillante, la lumière est, en chaque point, polarisée partiellement dans le *plan de vision* (plan passant par le soleil et la direction du rayon visuel). En d'autres termes pour les divers points situés à l'intérieur de l'auréole, les plans de polarisation sont dirigés suivant les rayons du cercle de l'auréole, comme « par réflexion. »

L'anneau brillant n'est pas polarisé, ainsi que je l'ai déjà dit. En dehors de cet anneau jusqu'à une certaine distance, la polarisation reparaît, seulement elle est en sens contraire, c'est-à-dire dans des plans perpendiculaires aux plans de vision, soit perpendiculaires aux rayons prolongés du cercle de la gloire, comme « par réfraction. »

A une distance plus grande de l'auréole, on remarque un nouvel anneau neutre (qui ne se distingue que par l'absence de polarisation et non par une différence d'intensité lumineuse). En dehors de cet anneau la polarisation reparaît, dans le plan de vision pour chaque point, et va en croissant jusqu'à une distance de 40° environ du centre, c'est-à-dire à la

[1] *Ann. de Poggendorff*, 1853, t. LXXXVIII. p. 547.

[2] Ces observations ont été faites au Riffel le 20 sept. 1877; au mont Salève les 10 fév. 1878, 23 déc. 1879 et 17 déc. 1882.

position de l'arc-en-ciel blanc qui est à peu près complètement polarisé, ainsi que Bravais l'avait déjà remarqué[1]. Au delà la polarisation ne change pas de sens, mais elle est moins complète.

Mon but en relatant ces observations est d'engager les physiciens à les contrôler et à les compléter. Elles ont en effet un assez grand intérêt pour la question encore controversée de savoir si les nuages sont formés de vésicules vides ou de gouttelettes pleines. Le polariscope de Savart par sa grande sensibilité se prête très bien à ce genre de recherches.

Les points qui, je crois, méritent surtout d'être examinés sont les suivants :

1° Lorsque la gloire se réduit à un anneau lumineux presque incolore, le premier cercle neutre coïncide-t-il toujours avec l'anneau brillant?

2° Lorsque l'on distingue plusieurs couronnes colorées, le champ qu'elles occupent est-il entièrement neutre?

3° Quelles sont les distances angulaires des cercles neutres à partir du centre de la gloire?

4° Lorsque les anneaux colorés se manifestent, est-ce que l'observateur n'est pas légèrement entouré de brouillards, de sorte que des vésicules se trouvent en arrière de lui du côté du Soleil; tandis que, comme j'ai cru le remarquer, quand l'observateur est éloigné du brouillard la gloire se réduit à une auréole presque incolore?

M. le colonel Gautier, directeur de l'observatoire de Genève, fait un rapport succinct sur les circonstances atmos-

[1] Bravais, à la fin de son mémoire (*Journal de l'école polytechnique*, 1845, t. XVIII, p. 115), admet que l'arc-en-ciel blanc se dessine toujours sur des nuages placés à *très petite distance* de l'observateur. J'ai obtenu un résultat différent. Dans mes observations faites sur le mont Salève, une nappe de nuages remplissait la vallée jusqu'au Jura; au-dessus le ciel était serein. Or dans ces conditions l'arc-en-ciel blanc, réduit à ses *pieds droits*, se manifestait sous l'apparence de deux larges bandes lumineuses, qui étaient visibles jusqu'au point où le Jura émergeait de la mer de nuages, c'est-à-dire à une distance de 20 killomètres au moins.

phériques de l'hiver que nous venons de traverser. Sa conclusion est que ces circonstances ont paru, au moment où on les a éprouvées, plus exceptionnelles qu'elles ne l'ont été réellement. L'hiver 1883-84 a été il est vrai remarquablement doux, mais il est loin d'être au premier rang parmi les hivers qui ont présenté ce caractère depuis que nous possédons des observations suivies sur notre climat. La moyenne de l'hiver soit du 1er décembre à fin février a été pour 1883-84 de 1°,83 inférieure à la moyenne normale. La moyenne de décembre a été de 0°,12 inférieure à la normale, celle de janvier de 2°,83 supérieure, celle de février de 2°,63 supérieure, celle de mars de 2°,37 supérieure encore. Si nous remontons avec M. Émile Plantamour jusqu'à 1826, nous voyons que 6 années depuis lors ont présenté une moyenne d'hiver supérieure à celle de l'hiver écoulé. Ces années sont 1828, 1834, 1840, 1866, 1869, 1877. L'hiver 1880-81 a été presque égal au dernier, sa moyenne n'a été que de 0°,1 inférieure. L'année 1834 a présenté une moyenne d'hiver de 3°,90 supérieure à la normale, et une moyenne annuelle de 2°,13 également supérieure à la normale. L'année 1877 a donné un excédent de 3°,64 pour l'hiver, de 0°,90 pour l'année entière.

M. H. de Saussure en traversant la Haute-Saône a visité les salines de Gouhénans près Lure. Le sel se rencontre dans un bassin très limité, formé par les grès du keuper, recouverts par le néocomien. L'exploitation se fait uniquement au moyen de pompes. La couche salifère étant extrêmement chargée d'eau, on se borne à pomper l'eau salée, sans qu'il soit besoin de l'alimenter d'eau par des puits spéciaux, comme cela est nécessaire pour la couche salifère du Rhin en Suisse.

Le fait le plus remarquable de la formation géologique du trias dans cette localité est la présence d'une couche de lignites gras qu'on rencontre à une médiocre profondeur et fort en dessus de la couche salifère. Le banc des lignites a environ un mètre d'épaisseur. Les lignites eux-mêmes sont traversés par d'innombrables veines de gypse et renferment en abondance des pyrites de fer, cristallisées en

rognons. Ces lignites brûlent avec une grande facilité et donnent une flamme plus longue encore que la houille. Ils offrent donc de grands avantages pour l'évaporation des eaux salées, mais la présence des pyrites les rend d'un emploi impossible avec les chaudières de fer.

L'association de ces lignites avec le keuper est un fait très singulier, et digne de remarque. Les lignites eux-mêmes ne renferment pas de fossiles, mais le toit de la mine, formé d'un schiste argileux tendre, offre en abondance des empreintes végétales, du reste toujours les mêmes, et qui n'ont point encore été déterminées.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1884

Le 1, très forte gelée blanche le matin; brouillard à 7 h. du matin.
2, forte gelée blanche le matin.
3, très forte gelée blanche et brouillard le matin.
4, très forte gelée blanche le matin; brouillard à 7 h. du matin.
5, quelques gouttes de pluie à 8 h. 50 du soir.
9, hâlo lunaire à 9 h. du soir.
12, quelques gouttes de pluie vers 7 h. du matin.
14, rosée le matin.
15, faible rosée le matin.
17, très faible gelée blanche le matin.
18, très faible rosée le matin.
19, très faible gelée blanche le matin.
20, id.
21, fort vent d'O. et forte averse vers 1 h. du matin; neige sur les montagnes environnantes; de 3 h. à 3 h. 1/2 du soir, quelques gouttes de pluie.
22, à 6 h. 45 du matin quelques flocons de neige; assez forte bise dans la journée.
23, ass z forte bise le matin.
25, giboulée de neige de 7 h 1/2 à 8 h. du matin; forte bise presque tout le jour.
26, très faible gelée blanche le matin.
27, très forte gelée blanche le matin.
28, forte gelée blanche le matin.
31, très faible gelée b'anche le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 9 h. matin	728,88	Le 4 à 4 h. soir	725,38
5 à 10 h. matin	729,43	11 à 2 h. soir	718,15
15 à 9 h. matin	734,21	16 à 5 h. soir	730,60
18 à 9 h. matin	733,46	20 à 5 h. soir	724,82
21 à 9 h. matin	727,74	22 à 4 h. soir	724,64
23 à 10 h. matin	727,41	26 à 4 h. soir	720,60
28 à 10 h. matin	725,81	30 à 5 h. soir	716,82

GENÈVE. — MARS 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	721,39	— 4,44	720,30	723,56	+ 3,11	+ 0,13	— 1,5	+ 7,5	862	+ 74	750	980	...	...	variable	0,17	+ 6,0	+ 0,6	78,7
2	725 31	— 0,45	723 68	727,07	+ 1,89	— 1,20	— 0,8	+ 5,6	852	+ 66	750	970	...	...	SSO. 1	0,68	...	.....	79,0
3	727,70	+ 2,00	726,92	728,88	+ 1,84	— 1,36	— 2,5	+ 7,6	858	+ 75	610	980	...	...	N. 1	0,43	6,1	+ 0,6	80,5
4	726,74	+ 1,10	725,38	727,84	+ 4,15	+ 0,83	— 1,8	+ 9,7	742	— 39	430	980	...	...	variable	0,48	6,0	+ 0,5	80,3
5	728,68	+ 3,10	727,82	729,43	+ 6,41	+ 2,98	— 0,1	+10,0	800	+ 21	730	910	...	...	variable	0,97	6,4	+ 0,8	80,0
6	727,13	+ 1,60	725,14	728,62	+ 6,59	+ 3,04	+ 4,9	+ 8,0	752	— 24	630	880	...	...	NNE. 1	0,98	6,3	+ 0,7	78,6
7	722,48	— 2,99	721,40	724,78	+ 4,26	+ 0,60	+ 1,1	+ 7,0	735	— 39	590	890	...	...	NNE. 1	0,73	6,4	+ 0,7	78,5
8	721,40	— 4,01	720,22	722,18	+ 4,71	+ 0,93	+ 0,5	+10,9	725	— 46	470	930	...	...	variable	0,43	6,3	+ 0,6	78,3
9	721,11	— 4,25	720,10	722,18	+ 7,07	+ 3,17	+ 3,0	+11,6	569	—200	360	820	...	...	SO. 1	0,63	...	.....	77,0
10	719,09	— 6,21	718,30	720,30	+ 8,67	+ 4,65	+ 1,7	+14,9	588	—178	320	880	...	...	SSO. 1	0,75	6,7	+ 0,9	77,6
11	718,75	— 6,50	718,15	719,35	+12,79	+ 8,65	+ 5,7	+18,9	464	—300	300	620	...	...	S. 1	0,93	6,7	+ 0,8	76,7
12	723,05	— 2,15	719,38	728,35	+14,55	+10,29	+11,8	+18,4	444	—317	340	590	...	...	SSO. 1	1,00	6,6	+ 0,7	75,4
13	731,28	+ 6,13	728,88	732,57	+11,76	+ 7,38	+ 8,7	+15,2	592	—167	460	730	...	...	NNE. 1	0,20	6,7	+ 0,7	77,6
14	732,83	+ 7,73	731,75	733,86	+ 8,50	+ 3,99	+ 3,3	+13,6	771	+ 15	600	940	...	...	N. 1	0,03	7,0	+ 1,0	76,0
15	732,85	+ 7,80	731,69	734,21	+ 8,76	+ 4,13	+ 2,8	+15,1	746	— 8	560	950	...	...	variable	0,03	7,0	+ 0,9	76,4
16	732,00	+ 6,99	730,60	733,16	+ 8,73	+ 3,98	+ 2,9	+13,9	718	— 33	500	890	...	...	N. 1	0,02	...	.....	75,0
17	732,11	+ 7,15	731,07	733,16	+ 8,90	+ 4,02	+ 2,4	+14,6	706	— 43	460	950	...	...	N. 1	0,03	7,1	+ 0,9	77,0
18	732,47	+ 7,55	731,25	733,46	+ 9,20	+ 4,20	+ 3,1	+15,7	731	— 16	620	920	...	...	NNE. 1	0,08	7,4	+ 1,1	76,0
19	731,10	+ 6,22	729,32	732,65	+ 9,07	+ 3,94	+ 2,8	+15,9	706	— 38	430	940	...	...	N. 1	0,03	7,4	+ 1,1	74,8
20	726,99	+ 2,15	724,82	729,46	+10,31	+ 5,05	+ 2,7	+19,7	635	—107	340	900	...	...	SSO. 1	0,20	7,6	+ 1,2	77,2
21	726 46	+ 1,65	725,50	727,74	+ 5,89	+ 0,51	+ 2,2	+11,0	685	— 55	410	880	0,5	1	SSO. 1	0,80	7,3	+ 0,8	79,0
22	725,40	+ 0,63	724,64	726,64	+ 4,69	— 0,82	+ 2,1	+ 7,6	568	—170	310	790	...	...	N. 2	0,45	7,4	+ 0,9	79,2
23	726 62	+ 1,88	726,43	727,41	+ 4,96	— 0,68	+ 0,5	+ 8,8	545	—190	360	720	...	...	NNE. 1	0,20	...	.....	79,0
24	724,36	— 0,35	723,02	726,28	+ 4,89	— 0,88	+ 1,3	+ 9,6	608	—125	390	760	...	...	N. 1	0,65	7,4	+ 0,7	76,9
25	722,50	— 2,18	721,42	723,46	+ 4,21	— 1,69	+ 2,0	+ 7,1	621	—110	440	770	...	...	N. 2	0,33	7,2	+ 0,5	77,0
26	721,79	— 2,86	720,60	723,48	+ 4,14	— 1,89	+ 0,7	+ 8,0	685	— 44	490	820	...	...	N. 1	0,38	7,4	+ 0,6	75,9
27	724,11	— 0,52	723,09	725,18	+ 3,60	— 2,57	— 2,3	+ 8,9	759	+ 32	580	920	...	...	N. 1	0,10	7,5	+ 0,6	75,6
28	724,51	— 0,09	723,09	725,81	+ 6,21	— 0,09	— 0,7	+12,5	664	— 61	410	890	...	...	variable	0,58	7,5	+ 0,5	74,1
29	721,73	— 2,85	719,38	723,91	+ 8,19	+ 1,76	+ 1,5	+15,1	628	— 95	410	840	...	...	N. 1	0,50	7,7	+ 0,7	74,4
30	718,47	— 6,09	716,82	719,53	+ 7,91	+ 1,35	+ 2,5	+14,4	701	— 20	440	870	...	...	N. 1	0,45	...	.....	75,0
31	718,84	— 5,71	717,94	720,06	+10,24	+ 3,54	+ 2,2	+17,8	559	—160	290	820	...	...	variable	0,52	7,7	+ 0,5	74,9

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	724,55	724,15	724,34	724,58	723,81	723,33	723,83	724,24
2e »	729,33	729,22	729,90	730,05	729,19	728,48	728,94	729,64
3e »	723,68	723,63	723,80	723,73	722,72	721,99	722,57	723,20
Mois	725 78	725,61	725,94	726,04	725,16	724,52	725,03	725,61
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,75	+ 1,62	+ 1,84	+ 5,74	+ 7,63	+ 8,54	+ 6,39	+ 4,45
2e »	+ 7,38	+ 5,98	+ 5,51	+12,15	+14,68	+14,69	+12,25	+ 9,41
3e »	+ 3,81	+ 2,21	+ 2,56	+ 6,35	+ 9,13	+ 9,93	+ 7,77	+ 5,46
Mois	+ 4,62	+ 3,23	+ 3,28	+ 8,02	+10,44	+11,02	+ 8,77	+ 6,42
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	821	884	858	738	612	577	701	796
2e »	736	789	835	603	477	490	570	711
3e »	736	798	789	602	468	449	576	688
Mois	763	823	826	646	517	504	615	730

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 0,45	+ 9,28	+ 6,27	0,62	—	78,85
2e »	+ 4,62	+ 16,10	+ 7,06	0,25	0,5	76,21
3e »	+ 1,09	+ 10,98	+ 7,46	0,45	—	76,45
Mois	+ 2,02	+ 12,08	+ 6,95	0,44	0,5	77,15

Dans ce mois, l'air a été calme 1,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,54 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 13°,5 O. et son intensité est égale à 23,4 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MARS 1884.

Le 6, brouillard par une très forte bise tout le jour.
7, neige et forte bise le matin.
10, brouillard tout le jour; fort vent l'après-midi.
11, brouillard le matin et à 7 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir; forte bise depuis 1 h. du soir.
12, forte bise le matin, puis fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
15, brouillard à 7 h. du matin.
16, fort vent le matin.
20, neige le matin; brouillard l'après-midi.
21, brouillard le matin; très forte bise tout le jour.
22, forte bise tout le jour.
23, légère neige dans la soirée.
24, neige le matin; forte bise tout le jour.
25, forte bise tout le jour.
26, brouillard le matin.
28, brouillard depuis 4 h. du soir.
29, brouillard le matin; fort vent tout le jour.
30, brouillard à 7 h. du matin; assez fort vent dans la journée.
31, brouillard par un fort vent tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à 11 h. matin	563,97	Le 1er à 6 h. matin	556,12
14 à 11 h. matin	570,58	8 à 7 h. matin	555,84
18 à minuit	569,54	17 à 6 h. matin	568,46
23 à 8 h soir	559,74	22 à 7 h. matin	555,47
28 à 10 h. soir	562,10	26 à 6 h. matin	554,56
		30 à 11 h. matin	557,13

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	557,05	— 2,64	556,12	558,54	— 7,83	+ 0,40	—12,0	— 4,6	.....	.....	....	NE.	1	0,10
2	559,63	— 0,05	558,43	561,63	— 6,60	+ 1,57	— 9,0	— 1,6	.....	.....	....	NE.	1	0,03
3	562,30	+ 2,62	561,62	563,04	— 6,25	+ 1,86	— 9,8	— 1,4	.....	.....	....	SO.	1	0,18
4	562,46	+ 2,79	562,02	563,02	— 7,16	+ 0,89	—10,0	— 4,1	.....	.....	....	SO.	1	0,18
5	563,49	+ 3,82	563,12	563,97	— 5,98	+ 2,01	— 8,9	— 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,35
6	560,98	+ 1,32	558,67	563,03	— 6,88	+ 1,04	— 8,6	— 3,7	.....	.....	....	NE.	2	1,00
7	556,89	— 2,77	556,50	558,27	— 7,95	— 0,10	— 9,3	— 5,4	100	3,7	....	NE.	1	0,78
8	556,39	— 3,27	555,84	556,90	— 7,16	+ 0,62	—11,8	— 1,9	.....	.....	....	NE.	1	0,20
9	556,60	— 3,07	556,20	557,02	— 8,43	— 0,72	—11,2	— 5,2	.....	.....	....	NE.	1	0,35
10	557,80	— 1,87	556,58	559,56	— 6,13	+ 1,51	— 9,2	— 3,5	.....	.....	....	SO.	2	1,00
11	560,47	+ 0,79	559,30	561,90	— 6,33	+ 1,23	— 7,6	— 5,1	70	2,6	....	NE.	2	0,87
12	563,18	+ 3,49	561,62	565,80	— 4,81	+ 2,67	— 5,7	— 3,6	.....	.....	....	NE.	1	0 22
13	567,85	+ 8,15	565,97	569,50	— 1,13	+ 6,27	— 4,6	+ 2,7	.....	.....	....	NE.	1	0,12
14	570,07	+10,36	569,60	570,58	— 0,66	+ 6,66	— 2,6	+ 2,2	.....	.....	....	NE.	1	0,15
15	570,30	+10,57	570,07	570 54	— 1,28	+ 5,95	— 2,2	+ 2,0	.....	.....	....	NE.	1	0,38
16	569,56	+ 9,81	569,27	570,06	— 1,93	+ 5,21	— 4 0	+ 0,4	.....	.....	....	SO.	1	0,07
17	569,12	+ 9,35	568,46	569,70	— 1,21	+ 5,84	— 4,4	+ 4,7	.....	.....	....	NE.	1	0,03
18	569,20	+ 9,41	568,96	569,54	— 0,56	+ 6,40	— 4,0	+ 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,02
19	568,40	+ 8,58	567,76	569,26	— 0,60	+ 6,27	— 4,6	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,30
20	564,85	+ 5,00	562,50	567,62	— 1,51	+ 5,26	— 3,8	+ 2,3	80	7,3	....	SO.	1	1,00
21	559,16	— 0,72	556,90	562,20	—10,10	— 3,43	—12,4	— 6,5	.....	.....	....	NE.	3	0,78
22	556,50	— 3 41	555,47	557,97	—12,33	— 5,76	—13,6	—10,1	.....	.....	....	NE.	2	0,08
23	559,41	— 0,83	558,18	559,74	— 9,00	— 2,53	—15,2	— 3,8	.....	.....	....	NE.	1	0,83
24	557,48	— 2,50	556,12	559,32	—10,41	— 4,04	—12,8	— 6,5	40	3,1	....	NE.	2	0,85
25	555,17	— 4,85	554,73	555,80	—11,76	— 5,50	—14,0	— 9,5	.....	.....	....	NE.	2	0,08
26	555,87	— 4,19	554,56	558,26	— 8,36	— 2,20	—15,0	— 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0,65
27	559,30	— 0,80	558,20	560,87	— 7,05	— 1,00	— 9,4	— 3,6	.....	.....	....	NE.	1	0,77
28	561,25	+ 1,10	560,56	562,10	— 5,23	+ 0,71	— 8,2	— 2,6	.....	.....	....	NE.	1	0,70
29	560,54	+ 0,34	559,50	561,99	— 5,31	+ 0,52	— 6,6	— 2,2	.....	.....	....	SO.	2	0,88
30	558,40	— 1,85	557,13	559,46	— 5,76	— 0,04	— 7,4	— 3,6	.....	.....	....	SO.	2	0,80
31	558,93	— 1,37	558,24	560,22	— 5,00	+ 0,60	— 6,7	— 3,3	.....	.....	....	SO.	2	1,00

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE MARS 1884

Le 3, gelée blanche le matin; assez fort vent l'après-midi.
4, assez fort vent dans la journée.
6, pluie dans la nuit du 5 au 6; fort vent l'après-midi.
7, pluie dans la nuit du 6 au 7; brouillard à 7 h. du matin; fort vent presque tout le jour.
8, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
9, fort vent l'après-midi.
11, forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.
12, id.
13, pluie à 5 h du matin.
18, fort vent depuis 4 h. du soir.
20, fort vent depuis 1 h. du soir.
21, fort vent presque tout le jour; brouillard depuis 7 h. du soir.
22, pluie et neige dans la nuit du 21 au 22; brouillard à 10 h. du matin.
23, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
24, fort vent l'après-midi.
25, fort vent jusqu'à 4 h. du soir.
26, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
27, id.
31, fort vent l'après-midi. La neige de l'hiver a reculé jusqu'à l'altitude approximative de 1000^{m} sur le versant exposé au N., et à 1300^{m} sur le versant exposé au midi.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 3 à 7 h. matin	721,98	Le 4 à 4 h. soir	718,78
5 à 10 h. matin	723,27	10 à 4 h. soir	712,02
15 à 7 h. matin	728,40	16 à 4 h. soir	724,27
18 à 7 h. matin	727,75	22 à 4 h. soir	717,16
23 à 7 h. et 10 h. matin	720,72	26 à 4 h. soir	713,52
28 à 10 h. matin	719,63	30 à 4 h. soir	711,05

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fraction de saturation en millièmes. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation en millièmes. Minim.	Fraction de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	715,29	....	714,48	716,63	+ 2,75	....	— 0,5	+ 7,7	796	.....	580	940	....	...	ONO. 1	0,07
2	718,78	....	717,80	720,25	+ 1,18	....	— 2,6	+ 7,5	816	.....	570	870	....	...	NNO. 1	0,10
3	721,30	....	720,32	721,98	+ 2,82	....	— 2,7	+ 9,0	759	.....	450	880	....	...	NNO. 1	0,20
4	720,53	....	718,78	721,68	+ 4,85	....	— 2,2	+12,9	627	.....	290	900	....	...	ONO. 1	0,20
5	722,46	....	721,55	723,27	+ 5,93	....	— 0,4	+11,9	694	.....	330	870	....	...	ONO. 1	0,87
6	719,78	....	718,15	721,45	+ 4,85	....	+ 4,2	+ 7,5	806	.....	710	820	0,7	...	ONO. 1	0,95
7	715,47	....	714,53	716,39	+ 2,85	....	+ 1,6	+ 6,2	801	.....	630	870	0,6	...	ONO. 2	0,78
8	714,81	....	714,17	715,41	+ 4,12	....	+ 0,5	+ 8,7	699	.....	400	780	....	...	NNO. 1	0,22
9	714,39	....	712,98	715,23	+ 4,82	....	— 0,5	+10,1	654	.....	380	870	....	...	NNO. 2	0,43
10	713,77	....	712,02	714,64	+ 6,53	....	— 0,1	+14,4	591	.....	310	740	....	...	ONO. 1	0,47
11	715,67	....	714,73	716,45	+ 8,23	....	+ 2,9	+14,3	626	.....	370	710	....	...	ENE. 1	0,72
12	718,99	....	717,06	721,76	+11,22	....	+ 7,7	+16,4	591	.....	390	710	....	...	ENE. 1	0,88
13	725,49	....	724,71	726,00	+10,98	....	+ 6,7	+17,7	797	.....	690	870	0,5	...	variable	0,32
14	726,82	....	725,58	727,95	+10,60	....	+ 2,8	+18,4	617	.....	290	890	....	...	variable	0,03
15	726,83	....	725,25	728,40	+10,83	....	+ 2,0	+18,0	596	.....	320	720	....	...	ONO. 1	0,02
16	726,01	....	724,27	727,80	+10,05	....	+ 1,8	+18,5	601	.....	250	850	....	...	variable	0,00
17	726,02	....	724,41	727,04	+10,00	....	+ 2,1	+17,4	621	.....	330	850	....	...	NNO. 1	0,00
18	726,13	....	724,79	727,75	+10,33	....	+ 1,4	+17,9	557	.....	280	850	....	...	ONO. 1	0,08
19	724,64	....	722,87	726,93	+ 9,60	....	+ 0,9	+18,4	604	.....	300	880	....	...	NNO. 1	0,00
20	720,06	....	718,24	723,07	+10,10	....	+ 1,3	+17,3	601	.....	290	880	....	...	NNO. 2	0,22
21	719,18	....	717,54	720,00	+ 3,98	....	+ 1,0	+ 9,6	764	.....	510	930	....	...	NNO. 2	0,95
22	718,14	....	717,16	719,60	+ 3,02	....	+ 0,5	+ 6,6	716	.....	500	780	3,7	...	NNO. 1	0,77
23	719,72	....	718,57	720,72	+ 3,22	....	— 3,5	+ 9,8	676	.....	400	900	....	...	NNO. 1	0,05
24	716,71	......	715,29	718,60	+ 4,72	....	+ 1,6	+10,7	682	.....	410	930	....	...	variable	0,67
25	715,28	....	714,34	716,13	+ 4,18	....	+ 1,8	+ 8,9	587	.....	380	720	....	...	ONO. 2	0,43
26	714,90	....	713,52	715,93	+ 3,55	....	— 3,2	+10,0	624	.....	370	860	....	...	NNO. 1	0,12
27	717,45	....	716,39	718,00	+ 4,78	....	— 3,1	+10,4	649	.....	410	870	....	...	variable	0,12
28	718,18	....	716,02	719,63	+ 7,42	....	— 2,7	+14,4	586	.....	300	840	....	...	NNO. 1	0,38
29	715,42	....	713,74	718,16	+ 9,90	....	+ 1,9	+17,8	569	.....	220	910	....	...	NNO. 1	0,37
30	712,45	....	711,05	713,47	+11,50	....	+ 4,8	+19,1	474	.....	220	720	....	...	ONO. 1	0,17
31	713,09	....	711,71	714,28	+12,18	....	+ 4,3	+19,7	527	.....	300	670	....	...	ONO. 2	0,35

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	559,43	559,03	559,00	559,32	559,31	559,29	559,73	559,76
2e » ...	567,33	567,00	567,05	567,42	567,41	567,19	567,49	567,49
3e » ...	558,72	558,13	558,07	558,32	558,27	558,15	558,39	558,64
Mois	561,73	561,28	561,27	561,58	561,56	561,43	561,76	561,86

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 8,06	— 5,76	— 3,78	— 4,79	— 7,44	— 8,02
2e » ...	— 2,97	— 0,86	+ 0,74	+ 0,57	— 2,30	— 2,82
3e » ...	— 9,47	— 6,90	— 5,51	— 5,89	— 8,32	— 8,79
Mois	— 6,92	— 4,58	— 2,93	— 3,45	— 6,09	— 6,62

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 9,98	— 3,46	0,42	3,7	100
2e » ...	— 4,35	+ 1,18	0,32	9,9	150
3e » ...	—11,03	— 5,02	0,67	3,1	40
Mois	— 8,54	— 2,52	0,48	16,7	290

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,21 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 52,2 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — MARS 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	718,27	718,18	717,25	716,59	717,28	717,85
2e » ...	724,75	724,54	723,20	722,34	722,92	723,73
3e » ...	717,45	717,01	715,82	715,03	715,91	716,73
Mois......	720,07	719,82	718,66	717,89	718,61	719,35

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+ 0,83	+ 4,18	+ 8,70	+ 9,52	+ 5,58	+ 3,71
2e » ..	+ 4,02	+ 9,45	+17,26	+17,07	+11,36	+10,11
3e » ..	+ 1,73	+ 7,09	+11,95	+11,94	+ 7,55	+ 5,18
Mois.....	+ 2,18	+ 6,91	+12,61	+12,81	+ 8,15	+ 6,30

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	848	740	493	505	683	752
2e »	821	574	359	402	614	632
3e »	815	517	400	379	632	671
Mois...........	828	607	417	427	642	685

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade.....	— 0,27	+ 9,59	0,43	1,3	—
2e »	+ 2,96	+17,43	0,23	0,5	—
3e »	+ 0,31	+12,45	0,40	3,7	—
Mois........	+ 0,98	+13,14	0,35	5,5	—

LA THÉORIE DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CHIMIQUES

OBSERVÉS PAR M. GUÉBHARD

PAR

M. W. VOIGT

(Suite [1])

Dans l'étude théorique des anneaux de Nobili, dont j'ai exposé les résultats dans un premier mémoire [2], je me suis particulièrement attaché au procédé indiqué par M. Guébhard. Comme il importait de soumettre les résultats du calcul au contrôle de l'expérience, je chargeai un de mes élèves, M. Werner, de faire quelques recherches expérimentales dans ce but. Mon premier mémoire ayant été depuis lors l'objet de vives attaques de la part de M. Guébhard [3], j'ai fait aussi quelques mesures en vue d'accélérer l'achèvement de ces recherches. Le présent mémoire a pour but de rendre compte des résultats de nos expériences et de les comparer aux conclusions théoriques que j'ai exposées antérieurement.

Nous obtînmes d'abord les anneaux sur des plaques d'acier de forme carrée de 1 $^1/_2$ millimètre d'épaisseur et de

[1] Pour le premier article voir *Archives*, janvier 1884, t. XI, p. 65.

[2] W. Voigt, *Ann. de Wied.*, XVII, p. 257, 1882.

[3] A. Guébhard, *Ann. de Wied.*, XVIII, p. 336, 1883.

230 millimètres de côté. Le calcul et l'expérience s'accordent à prouver que pour les anneaux dont le diamètre n'excède pas 80 millimètres, tout se passe comme si la plaque était infinie. Nous avons eu soin de ne jamais dépasser ces limites dans nos expériences, afin d'éviter les difficultés que l'on éprouve à réaliser parfaitement les conditions exigées par la théorie pour le cas d'une plaque de petites dimensions. Nous remarquerons d'ailleurs que dans ce cas il est fort difficile d'obtenir une fermeture suffisante entre les bords de la plaque et les parois verticales du vase destiné à contenir le liquide. Les anneaux qui se forment sur ces parties, indiquent en effet qu'il reste toujours quelques traces de liquide entre les bords de la plaque et les parois du vase. On s'explique ainsi pourquoi les anneaux, obtenus dans ces circonstances, ne coupent pas toujours à angle droit les bords de la plaque métallique [1]. La comparaison des expériences avec la théorie, ne pouvant s'effectuer que dans les cas où les conditions de l'expérience se rapprochent le plus des suppositions qui servent de base au calcul, la marche suivie dans ces expériences se trouvera justifiée.

Les observations ont bientôt prouvé que la polarisation a une grande influence sur la forme des anneaux, même quand on emploie une forte pile de 18 éléments de Bunsen. Les lois de la polarisation n'étant pas suffisamment connues, il importait d'en diminuer l'effet autant que possible. Dans ce but nous avons cherché à obtenir une plus grande constance du potentiel en recouvrant la plaque d'une couche d'or ou de platine. La préparation de ces plaques présente de sérieuses difficultés à cause de l'épais-

[1] Voir à ce sujet H. Meyer, *Ann. de Wied.*, XVIII, p. 138, 1883.

seur qu'il faut donner à la couche d'or ou de platine pour que l'action du métal situé au-dessous disparaisse entièrement. Les moindres solutions de continuité dans la couche superficielle se manifestent en effet par l'interruption des anneaux. Ces faits confirment les conclusions théoriques énoncées dans mon premier mémoire, et d'après lesquelles les lignes de même densité du courant doivent longer la ligne de contact des métaux.

En polissant la surface d'une plaque recouverte d'une première couche d'or, on avait produit quelques rayures très fines qui ne se sont refermées que d'une manière imparfaite par l'application de nouvelles couches superficielles. La présence de ces traits a causé des modifications très sensibles dans la formation des anneaux. En effet, dans le voisinage des traits les anneaux changeaient subitement de direction. Ils se rapprochaient alors extrêmement et suivaient les bords des traits sans jamais les franchir[1]. (Cette expérience prouve qu'en général il ne peut se produire aucune réfraction des anneaux sur une plaque bimétallique dont les métaux sont en contact réel.) Toute interruption partielle dans la couche superficielle se trahissait également par des perturbations semblables dans la formation des anneaux. Les plaques recouvertes d'une couche de platine, suivant le procédé de Böttger ont présenté des phénomènes analogues.

Il résulte des observations peu nombreuses qui ont réussi dans ces conditions difficiles que l'effet de la polarisation n'est pas sensiblement diminué par l'application d'une couche d'or ou de platine, circonstance d'où l'on peut conclure que, dans la solution d'acétate de plomb et

[1] Voir W. Voigt, loc. cit., p. 262.

d'acétate de cuivre dont nous avons fait usage, le peroxyde de plomb mis en présence de l'or est fortement négatif. Il n'y a donc pas d'avantages réels à se servir de plaques dorées ou platinées.

Quant aux électrodes dont nous nous sommes servis, c'étaient tantôt des aiguilles d'acier, tantôt de petites sphères de platine, formées par la fusion, à l'extrémité d'un fil de platine de $^1/_5$ de millimètre de diamètre, que l'on avait soudé dans un tube de verre effilé.

L'étude d'un cas simple dans des conditions variées, nous paraissant présenter plus d'intérêt que l'examen de cas de plus en plus compliqués, nous avons opéré généralement avec 2 électrodes seulement.

La théorie indique que les phénomènes changent notablement d'aspect quand la hauteur du liquide au-dessus de la plaque varie d'une manière sensible relativement à la distance des électrodes. Dans l'exposé de nos observations, j'examinerai donc premièrement le cas où cette distance est très grande relativement à la distance des électrodes; 2° celui où cette distance est de même ordre que la distance des électrodes; enfin 3° celui où elle est très petite.

I. *La hauteur du liquide est considérable.*

On peut se convaincre par un calcul fort simple qu'une hauteur de 100 mm. environ suffit amplement pour annuler l'influence de la limite supérieure du liquide, lorsque les électrodes, que l'on peut supposer sans étendue, sont à une distance inférieure à 10 mm. de la plaque métallique.

Si l'on désigne par γ_h la distance de l'électrode h à la plaque, par ρ_h celle du point considéré de la plaque à la

projection de h sur la plaque, enfin par m_h une constante particulière à la forme des électrodes et proportionnelle à la quantité de courant qu'elles émettent, on obtiendra par l'extension des formules de Riemann à ce cas spécial sans tenir compte de la polarisation [1] :

$$j = 2 \underset{h}{S}\, m_h \gamma k \frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + \gamma_h^2}^3}.$$

Pour les différents points d'un même anneau on a $j = K$, une valeur constante. Entre les valeurs de K obtenues par l'observation des anneaux dans la lumière homogène de la soude on a posé la relation $K = (2\,n - 1)\,k$, en désignant par n le numéro d'ordre des anneaux, et par k un facteur commun à tous les anneaux.

Les observations ont fourni dans un petit nombre de cas seulement des valeurs satisfaisant à cette condition. Les anneaux extérieurs ont présenté même fréquemment des écarts considérables. M. Beetz [2], qui avait déjà remarqué ce fait, attribue ces écarts à la polarisation de la plaque et rejette de prime abord l'application des formules de Riemann aux anneaux extrêmes. M. Weber [3], qui a étudié depuis lors, au point de vue théorique, l'influence de la polarisation, a démontré que lorsque la polarisation est sensible et proportionnelle à la densité du courant, les anneaux doivent être plus espacés que dans le cas où la polarisation est nulle. Il s'ensuit que si l'on déduit la valeur de k des dimensions des anneaux extérieurs, on trouvera une quantité plus petite que si on la calcule d'après les anneaux intérieurs. Or les observations de M.

[1] Voir W. Voigt, loc. cit., p. 267.
[2] Beetz, *Ann. de Pogg.*, t. XCVII, p. 22, 1862.
[3] Weber, *Journ. de Crelle*, t. LXXV, p. 95, 1872.

Beetz montrent que la supposition de M. Weber n'est admissible que pour les anneaux extrêmes, puisque, pour les cinq ou six anneaux intérieurs, cette constante k a sensiblement la même valeur. Ces faits m'ont conduit à admettre que, à partir d'une certaine limite, l'effet de la polarisation devient constant.

Nos dernières expériences montrent enfin que les hypothèses précédentes ne suffisent pas encore à l'explication complète des phénomènes, car elles ont fourni parfois des valeurs de k qui diminuent de l'extérieur à l'intérieur, tandis qu'elles devraient augmenter.

En vue d'étudier ce phénomène contradictoire sous sa forme la plus simple, j'ai fait quelques observations avec une seule électrode, de très petites dimensions, que j'avais reliée au zinc de la pile, tandis que la plaque était en communication avec le charbon.

La pile se composait de 17 éléments. La distance γ étant égale à 8,5 mm. on obtint, pour une durée du courant de 25 secondes environ, les diamètres suivants du système d'anneaux concentriques.

$$\rho = \overset{mm}{22,0} \quad \overset{mm}{13,45} \quad \overset{mm}{10,15} \quad \overset{mm}{8,25} \quad \overset{mm}{6,75} \quad \overset{mm}{5,5}$$

d'où l'on tire pour la quantité $C = \frac{1}{\sqrt{\rho^2 + \gamma^2}}$, proportionnelle à K les valeurs suivantes exprimées en millionièmes

$$C = \overset{mm}{76} \quad \overset{mm}{249} \quad \overset{mm}{435} \quad \overset{mm}{604} \quad \overset{mm}{785} \quad \overset{mm}{967}$$ [1]

[1] On peut poser dans ce cas, selon M. Weber :

$$\frac{1}{\rho_n{}^3}\left(1 - \frac{a}{\rho_n{}^2}\right) = (2n - 1)\,c$$

Les valeurs de a et de c que l'on obtient alors pour cette série

En égalant ces valeurs suivant leur ordre à 1 c, 3 c, 5 c, etc., on a

$c =$	76 mm	83 mm	87 mm	86,3 mm	87,2 mm	87,9 mm

On voit que c ou la quantité k, qui lui est proportionnelle, est sensiblement constante à partir du troisième anneau, toutefois elle diminue pour les anneaux extérieurs.

Une deuxième expérience, dans laquelle le courant a duré 60 secondes, a donné les valeurs suivantes :

$\rho =$	29,9 mm	19,6 mm	15,95 mm	13,35 mm	11,85 mm	10,6 mm	9,65 mm	8,9 mm	8,1 mm
$C =$	33,3	103	170	253	324	400	471	540	621
$c =$	33,3	34,2	34,0	36,1	36,0	36,4	36,2	36,0	36,5

On remarque ici une augmentation de c plus faible que dans le cas précédent.

Enfin, pour une durée du courant de 120 secondes environ, on a trouvé

$\rho =$	33,9 mm	25,0 mm	20,7 mm	18,1 mm	16,4 mm	15,1 mm	14,0 mm	13,1 mm
$C =$	23,2	54,3	89,3	119	159	192	228	263
$c =$	23,2	18,1	17,9	17,0	17,6	17,5	17,6	17,5

où les valeurs de c diminuent.

Il convient de remarquer que les durées du courant étant dans le rapport 5 : 12 : 24 les constantes c obtenues successivement dans ces trois cas pour les anneaux intérieurs sont en raison des inverses $^1/_5 : ^1/_{12} : ^1/_{24}$.

d'observations sont $c = 80,4$ et $a = 0,0921$. En calculant $1/\rho_n{}^2$ au moyen de ces valeurs, on a la série suivante : 82, 250, 425, 604, 785, 967. Les écarts considérables de la première et de la troisième valeur par rapport aux valeurs observées prouvent que l'hypothèse de M. Weber n'est pas rigoureuse.

Pour faire voir les grandes différences que l'on peut observer entre les valeurs de c pour une grande durée du courant, j'indiquerai encore les résultats que nous avons obtenus avec un courant de 4 éléments pour une durée de quelques minutes.

ρ = 11,35 mm	8,25 mm	6,7 mm	5,4 mm	4,15 mm	3,0 mm
C = 35,0	58,4	79,1	98,6	119,0	137
c = 35,0	19,5	15,8	14,1	13,2	12,5

Le phénomène suivant, fréquemment observé, est en étroite connexion avec les variations que présentent les constantes. Les anneaux que l'on voit apparaître après l'établissemeut du courant, s'étendent d'abord assez rapidement et régulièrement de tous les côtés; puis la vitesse du premier se ralentissant, les autres anneaux s'en rapprochent en se serrant de plus en plus ; enfin le premier anneau demeure presque stationnaire à une distance du centre de beaucoup inférieure à celle où, suivant la théorie, la densité du courant est nulle.

Je crois que ce phénomène si complexe peut s'expliquer par l'action simultanée de deux causes. La première est la polarisation, qui peut agir aux points de faible densité, où se trouvent les anneaux extérieurs suivant l'hypothèse de M. Weber. Quant à l'autre je la vois dans la passivité d'une partie du courant [1]. La quantité de péroxyde de plomb précipité par le courant de densité j ne serait pas proportionnelle à la densité totale, mais à l'excès de $j - j_0$, de j sur une certaine valeur j_0. Cette hypothèse suffit à l'explication complète de tous les phénomènes.

L'épaisseur de la couche de peroxyde séparé par le

[1] Voir à ce sujet : Helmholtz. *Pogg. Ann.*, CL, p. 483, 1873.

courant dans le temps t a pour expression $\Delta = a(j - j_0)\, t$. Si t est très petit Δ ne peut avoir une valeur sensible que lorsque la différence $j - j_0$ est très grande, c'est-à-dire aux points où j_0 est très petit relativement à j. L'influence de j_0 disparaîtra presque entièrement sur ces points-là. Si t augmente, les anneaux s'étendront et occuperont enfin des points où la valeur de j_0 n'est plus négligeable par rapport à j.

L'influence de j_0 devenant de plus en plus sensible, le mouvement des anneaux se modifiera toujours plus, et les anneaux finiront par s'arrêter en des points où la densité j converge vers la limite j_0.

On voit qu'au bout d'un certain temps t, l'influence de la polarisation est inférieure à celle de j_0 et peut même devenir insensible pour une durée suffisamment longue du courant. Les valeurs C peuvent alors être représentées par l'expression

$$C = (2n - 1)\, c_1 + c_0$$

La dernière observation mentionnée ci-dessus montrera l'accord du calcul avec les phénomènes. On trouve en effet dans ce cas $c_0 = 29{,}6$, $c_1 = 10{,}16$ et l'on obtient par l'observation et le calcul les nombres suivants.

	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Observé C =	35,0	58,4	79,1	98,6	119,0	137
Calculé	37,1	57,4	77,7	98,0	118,0	139

Si l'on se souvient que les erreurs qui affectent la quantité C, sont nécessairement trois fois plus considérables que les erreurs de l'observation directe de ρ, qui s'élèvent à 0,1 mm. on trouvera cette concordance tout à fait satisfaisante.

Les plaques dorées ont présenté les mêmes phénomènes que les plaques d'acier. Je mentionnerai ici une seule expérience pour une durée assez longue d'un courant fourni par une pile de 18 éléments; on avait

$\gamma = \overset{mm}{8,5}$

ρ =	19,85	13,6 mm	10,6 mm	8,65 mm	7,2 mm	6,0 mm	4,9 mm	3,8 mm
C =	10,0	24,4	39,8	56,5	7,3	89	106	124
c =	10,0	8,1	8,0	8,1	8,1	8,1	8,2	83

On voit que l'observation a eu lieu au moment précis où les causes perturbatrices, agissant en sens contraires, s'annulaient réciproquement. Après les explications précédentes on comprendra immédiatement pourquoi certaines observations fournissent des valeurs croissantes ou décroissantes des quantités K ou C. Dans les expériences que nous mentionnerons plus loin nous ne reviendrons donc pas sur ces faits.

Les observations de M. Werner ont d'abord porté sur

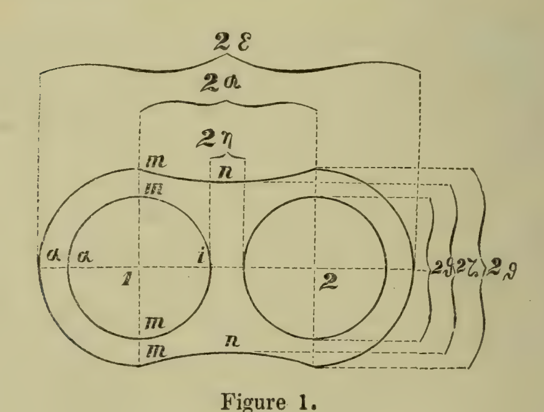


Figure 1.

les anneaux qui se produisent en présence de 2 électrodes

de même nature. Ce cas particulier se prête à des mesures plus exactes que les autres cas, parce qu'il n'est pas nécessaire de connaître la projection des électrodes sur la plaque, détermination difficile et assez incertaine, mais qu'il suffit de mesurer la distance relative des électrodes. Si l'on désigne par 2ε, 2η, 2ζ, 2ϑ les longueurs indiquées sur la figure ci-jointe et que l'on peut mesurer avec exactitude, par 2α la distance des électrodes, et si l'on nomme ρ^i_1, ρ^i_2 ρ^a_1, ρ^a_2, les rayons vecteurs reliant les projections des pôles aux points désignés par *a*, *i*, *m*, *n*, on a

$$\rho_1^a = \varepsilon - \alpha \qquad \rho_2^a = \varepsilon + \alpha$$
$$\rho_1^i = \alpha - \eta \qquad \rho_2^i = \alpha + \eta$$
$$\rho_1^m = \delta \qquad \rho_2^m = \sqrt{4\alpha^2 + \vartheta^2}, \quad \rho_1^m = \rho_2^m = \sqrt{\alpha^2 + \zeta^2}.$$

Je me bornerai à citer une seule série d'observations effectuées par M. Werner sur une plaque en laiton dorée.

Système I.	$2\alpha = 33^{mm}$	$\gamma' = \gamma'' = 6{,}7^{mm}$	
1er anneau	$2\eta =$?	$2\theta = 44{,}2^{mm}$	$2\varepsilon = 75{,}0^{mm}$
2me »	= 0	= 25,2	= 58,1
3me »	= 12,7	= 19,1	= 52,1
4me »	= 17,0	= 15,7	= 48,6
5me »	= 19,7	= 13,2	= 46,1
6me »	= 21,9	= 11,0	= 44,0
7me »	= 23,6	= 9,3	= 42,1
8me »	= 25,2	= 7,7	= 40,3

On en tire les valeurs suivantes de

$$C = \frac{1}{\sqrt{\rho_1^2 + \gamma_1^2}^3} + \frac{1}{\sqrt{\rho_2^2 + \gamma_2^2}^3}$$

et de *c* pour les points *i m* et *a* :

i	*m*	*a*	Moyenne	*c*	*i*	*m*	*a*	Moyenne	*c*
—	9,6	10,0	9,8	9,8	123,9	123,5	123,1	123,5	13,7
35,4	36,7	35,8	36,0	12,0	156,2	155,4	155,2	155,6	14,1
63,0	65,8	64,3	64,4	12,9	186,5	188,0	190,0	188,2	14,5
93,8	94,0	93,0	93,6	13,4	218,0	220	227	221,7	14,8

Je rappellerai encore que les erreurs d'observation qui affectent les quantités ρ sont nécessairement trois fois moindres que les écarts des valeurs C déduites par le calcul. Il convient de tenir compte de ce fait en comparant les résultats du calcul avec les observations. Les valeurs de C indiquées dans le tableau pour les différents anneaux augmentent à partir des anneaux intérieurs, ce qui prouve que la polarisation a exercé une influence sensible sur les résultats.

Nous n'avons pu obtenir des systèmes d'anneaux de dimensions suffisantes en faisant communiquer chacun des pôles avec une électrode punctiforme. La quantité d'électricité qui passe à travers la plaque métallique est très faible alors, surtout lorsque le liquide a une grande hauteur. L'intensité du courant est d'ailleurs fortement diminuée par la résistance qu'éprouve l'électricité à son passage par des électrodes de si petite surface.

Je proposai à M. Werner d'employer comme électrodes des aiguilles d'acier, entièrement plongées dans le liquide et offrant ainsi une grande surface de contact. Dans ces conditions nous avons pu obtenir des anneaux de 60 mm. de diamètre. On peut soumettre ce dernier cas au calcul en admettant l'uniformité du potentiel dans toute l'étendue de l'aiguille, supposition sur la justesse de laquelle l'expérience fournit le meilleur renseignement.

Supposons que l'électrode linéaire soit formée par juxtaposition d'un nombre ν d'électrodes punctiformes par unité de longueur, soit pour l'élément de longueur $d\,\gamma_h$, $\nu\,d\,\gamma_h$ électrodes punctiformes. On obtiendra alors la formule qui se rapporte au cas actuel d'électrodes linéaires en intégrant l'équation 7 [1] de mon premier mémoire

$$k = \underset{h}{\mathrm{S}} m_h \, \mathrm{S} \sum_{i-\infty}^{+\infty} k\,(-1)^k \left[\frac{2k\delta + \gamma_h}{\sqrt{\rho_h^{i2} + (2k\delta + \gamma_h)^2}^{\,3}} - \right.$$

$$\left. - \frac{2k\delta - \gamma_h}{\sqrt{\rho_h^{i2} + (2k\delta - \gamma_h)^2}^{\,3}} \right]$$

pour tous les points situés entre les deux extrémités de l'aiguille, *e. a. d.* de γ_h à γ'_h.

Lorsque la valeur de γ_h' (égale à δ dans le cas actuel) est suffisamment grande, on peut négliger le terme auquel cette quantité donne naissance et l'on obtient en posant $m\,\nu = \mu$, et en tenant compte de la polarisation selon la formule 10

$$\mathrm{W} = \mathrm{W} - \frac{2b}{\pi x} = \mathrm{K}$$

de mon premier mémoire [2] l'expression suivante :

$$\mathrm{K} = 2\mu \left(\frac{1}{\sqrt{\rho_1^2 + \gamma_1^2}} - \frac{1}{\sqrt{\rho_2^2 + \gamma_2^2}} \right) - \frac{2b}{\pi x}$$

La quantité x est comptée à partir de la droite située dans le plan des électrodes à égale distance de chacune d'elles. Je pose en outre :

[1] Voir Voigt, *Arch. des Sc.*, t. XI, p. 77.
[2] Loc. cit., p. 81.

$$\frac{K}{2\mu} = C \quad \text{et} \quad \frac{b}{\pi\mu} = \varphi.$$

La vérification expérimentale de cette formule paraît offrir quelque incertitude provenant d'une part de la supposition invraisemblable de l'uniformité du potentiel des aiguilles, d'autre part de la présence du terme hypothétique $\frac{\varphi}{\varkappa}$, représentant l'action de la polarisation et enfin du fait que la mesure des quantités ρ n'est pas susceptible de la même exactitude, lorsque les électrodes sont de nature différente, que lorsqu'elles sont semblables. Dans le pre-

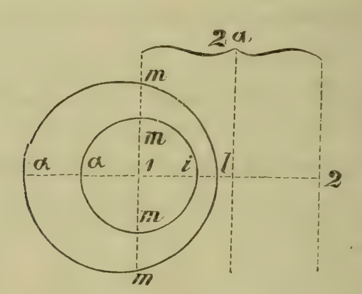


Figure 2.

mier cas on mesure en effet les quantités ρ à partir de la projection des électrodes sur la plaque et l'erreur commise dans la détermination de cette projection influe fortement sur tous les résultats. On voit par la figure 2 que les quantités à déterminer sont reliées aux quantités $\rho_1{}^i$, $\rho_1{}^m$, $\rho_1{}^a$, α, fournies par l'observation par les relations suivantes :

$$\rho_2{}^i = 2\alpha - \rho_1{}^i, \quad \rho_2{}^m = \sqrt{4\alpha^2 + (\rho_1{}^m)^2} \quad \rho^a = 2\alpha + \rho^a{}_1$$
$$x_i = \alpha - \rho_1{}^i, \quad x_m = \alpha \quad x_a = \alpha + \rho_1 a$$

Système II. $2\alpha = 38^{mm}$ $\gamma_1 = \gamma_2 = 5^{mm}$

1er anneau	$\rho_1^i = 11,7$	$\rho_1^m = 21,5$	$\rho_1^a = ?^{mm}$
2me »	$= 9,9$	$= 13,6$	$= 17,0$
3me »	$= 8,0$	$= 9,7$	$= 11,0$
4me »	$= 6,4$	$= 7,4$	$= 8,0$
5me »	$= 5,1$	$= 5,6$	$= 6,1$
6me »	$= 3,9$	$= 4,4$	$= 4,7$
7me »	$= 2,8$	$= 3,1$	$= 3,2.$

On tire de ces valeurs $\varphi = 0.183$ et le système suivant des quantités C et c exprimées en millièmes

i	m	a	Moyenne	c	i	m	n	Moyenne	c
13	18	?	15,5	15,5	97	98	97	97	10,8
35	35	33	34	11,3	116	115	114	115	10,5
56	57	57	57	11,4	135	135	136	135	10,4
77	77	77	77	11,0					

La concordance des valeurs C, relatives à un même anneau, paraît surprenante, surtout si l'on songe que l'on ne peut garantir les quantités ρ_1 à $0^{mm},1$. La marche que présentent les valeurs de c est due à la durée relativement considérable du courant dans ces expériences.

II. *La hauteur du liquide est de même ordre que la distance des électrodes.*

Dans ce cas, où δ n'a jamais dépassé 20 mm., l'hypothèse de l'uniformité du potentiel sur toute la longueur des aiguilles constituant les électrodes, présente encore moins de doutes que dans le cas précédent. Toutefois les for-

mules qui servent au calcul des observations se compliquent beaucoup par le fait que l'influence de la surface du liquide devient parfois très sensible. En négligeant l'influence de la polarisation, on trouve par la formule des lignes isochromatiques :

$$K = \underset{h}{S}\, \mu_h \underset{i-\infty}{S} \overset{+\infty}{\Sigma}\, k\, (-1)^k \left(\frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (2\,k\delta + \gamma_h)^2}} + \frac{1}{\sqrt{\rho_h^2 + (2\,k\delta - \gamma_h)^2}} \right)$$

car tous les termes provenant de la limite supérieure $\gamma'_h = \delta$ de l'intégration selon γ disparaissent. Si γ_h est suffisamment petit, on peut écrire

$$K = \int_h \mu_h \left[\frac{2}{\rho_h} + \sum_1^{\infty} k\, (-1)^k \frac{4}{\sqrt{\rho_h^2 + (2\,k\delta)^2}} \right]$$

Nous avons calculé la somme de cette série pour un système de valeurs de $\frac{\rho}{\delta}$. Ces valeurs ont servi à la construction d'une courbe de laquelle on a tiré les valeurs correspondant aux observations.

Lorsque le rapport $\frac{\rho}{\delta}$ est plus petit que l'unité, on obtient pour l'expression entre parenthèse, en développant la racine :

$$\frac{2}{\rho_h} = \frac{2}{\rho_h} \left[1 - \frac{\rho_h}{\delta}\, 0.693 + \left(\frac{\rho_h}{\delta} \right)^3 0.112 - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{\rho_h}{\delta} \right)^5 0.023 + \left(\frac{\rho_h}{\delta} \right)^7 0.005 - \left(\frac{\rho_h}{\delta} \right)^9 0.001 \pm \ldots\ldots \right.$$

Quand la valeur de $\frac{\rho}{\delta}$ est supérieure à l'unité la formule n'est pas susceptible de simplification et il faut se résoudre à calculer la série dans sa forme originale.

Je crois utile d'indiquer ici les valeurs calculées de la parenthèse, qui peuvent servir avec avantage au calcul d'observations effectuées avec un nombre quelconque d'électrodes linéaires.

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
ρ/δ =	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,65	0,75	0,90
S =	0,830	0,792	0,749	0,722	0,658	0,566	0,510	0,430
ρ/δ =	1,00	1,15	1,25	1,35	1,50	1,70	2,00	
S =	0,382	0,317	0,278	0,240	0,192	0,130	0,096	

J'ai fait plusieurs observations avec 2 électrodes linéaires. Lorsque toutes deux sont reliées au pôle négatif on peut négliger l'influence de la polarisation et l'on a alors pour les points d'un même anneau :

$$C = \frac{1}{\rho_1} S\left(\frac{\rho_1}{\delta}\right) + \frac{1}{\rho_2} S\left(\frac{\rho_2}{\delta}\right)$$

Système III (Plaque d'acier, 4 éléments).

	$\zeta = 20^{mm}$	$\gamma_1 = \gamma_2 = 2^{mm}$	$2\alpha = 39,2^{mm}$
1er anneau	$2\xi = 41,0$	$2\delta = 42,2$	$2\varepsilon = 80,0$
2me »	= 12,5	= 27,9	= 67,2
3me »	= 14,5	= 21,2	= 60,8
4me »	= 20,6	= 17,4	= 57,0
5me »	= 23,5	= 14,9	= 54,4
6me »	= 26,0	= 12,9	= 52,2
7me »	= 27,4	= ?	= 51,0

On en tire les valeurs suivantes de C et *c*.

i	m	a	Moyenne	c	i	m	a	Moyenne	c
16,0	17,7	18,9	17,6	17,6	98,0	98,2	97,0	97,7	10,9
38,4	39,3	38,9	38,9	13,0	121	120	120	120,3	10,9
57,5	60,1	58,1	58,5	11,7	140	2	137	138,5	10,9
80,5	81,2	79,6	80,4	11,5					

Si l'on pose comme précédemment $C=(2n+1)\,c_1+c_0$ on a $c=8{,}1$ et $c_1=10{,}1$ et l'on obtient

	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
C calculé =	18,1	38,3	58,5	78,7	98,9	119,1	139,3
C observé =	17,6	38,9	58,5	80,4	97,7	120,3	138,5

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, la valeur de C au point i de l'anneau extérieur est nécessairement trop petite. A cela près la concordance entre le calcul et l'observation est très satisfaisante.

Dans le cas de deux électrodes de nature différente, il faut employer la formule 12 de mon premier mémoire; il en suit :

$$C=\frac{1}{\rho_1}\,S\left(\frac{\rho_1}{\delta}\right)-\frac{1}{\rho_2}\,S\left(\frac{\rho_2}{\delta}\right)-\frac{2}{\left(e^{\frac{\pi x}{2\delta}}-e^{-\frac{\pi x}{2\delta}}\right)}$$

Système IV (Plaque d'acier, 18 éléments).

	$\delta = 20^{\text{mm}}$	$\gamma_1=\gamma_2= 2^{\text{mm}}$	$2\alpha = 53{,}5^{\text{mm}}$
1er anneau	$\rho_1^i = 16{,}6$	$\rho_1^m = 23{,}0$	$\rho_1^a = 26{,}0$
2me »	$= 14{,}4$	$= 16{,}7$	$= 17{,}8$
3me »	$= 12{,}0$	$= 13{,}3$	$= 13{,}6$
4me »	$= 10{,}4$	$= 10{,}8$	$= 10{,}0$

On tire de ces observations $\varphi_1=26.3$ et les valeurs de C et de c pour les 4 anneaux :

i	m	a	Moyenne	c
11,4	10,1	9,7	10,3	10,3
22,7	24,3	23,2	23,3	7,8
39,0	38,3	38,4	38,6	7,7
51,8	54,1	54,0	53,2	7,6

Les écarts que présentent ces valeurs sont plus considérables que dans le cas précédent, mais comme ils n'accusent aucune marche, on ne saurait les attribuer à un défaut de la théorie. L'anneau extérieur est ici, comme partout ailleurs, fortement influencé par la polarisation et présente par conséquent les écarts les plus considérables.

III. *La couche du liquide n'a qu'une faible épaisseur.*

Ce dernier cas est le moins favorable à l'observation. La mesure de l'épaisseur de la couche liquide qui influe beaucoup sur les phénomènes ne comporte pas en effet une grande exactitude et offre même des difficultés insurmontables lorsque le liquide s'élève au-dessus du niveau par l'effet de la capillarité ou lorsque la plaque n'est pas parfaitement plane. On ne saurait donc obtenir des résultats certains dans ces conditions.

Quelque grands que soient ces inconvénients, j'ai fait quelques mesures afin d'examiner si les variations indiquées par le calcul dans ces circonstances concordent avec l'observation. Les variations qu'éprouvent les anneaux par la diminution de l'épaisseur de la couche liquide sont

parfois si sensibles, qu'il n'est pas besoin de mesures pour les constater. En employant deux électrodes linéaires de même espèce on observera, pour une épaisseur de la couche liquide de 100^{mm} et au-dessus, des courbes qui ressemblent assez à des lemniscates. Cette ressemblance disparaîtra peu à peu si l'on diminue graduellement l'épaisseur de la couche, enfin pour une couche de 5^{mm} d'épaisseur et un écartement des électrodes de 30 à 40^{mm}, les anneaux forment jusqu'à leur contact des cercles à peu près réguliers autour des électrodes.

Dans ce dernier cas où la distance δ est petite par rapport à ρ, les sommes de l'équation 7 indiquée dans mon premier mémoire prennent la forme :

$$K = \underset{h}{S} \mu_h \frac{e^{\frac{\pi\rho_h}{2\delta}\left(\frac{\pi\rho_h}{\delta}+1\right)}}{\sqrt{\frac{\rho_h}{\delta}}} \sum_1 m \frac{(1.3\ldots(2m-1))^2}{1.2.3\ldots m} \cdot \left(-\frac{\delta}{4\pi\rho_h}\right)^m = \underset{h}{S} \mu_h P_h$$

On a négligé ici les termes de l'ordre

$$e^{-\frac{3\pi\rho}{2\delta}} \text{ par rapport à } e^{-\frac{\pi\rho}{2\delta}}$$

J'ai calculé le facteur P_h de μ_h pour une série de valeurs du rapport $\frac{\rho_h}{\delta}$. Ces valeurs, portées sur un système de coordonnées, ont donné une courbe dont on peut déduire immédiatement les valeurs correspondant aux observations. Ce sont :

$\frac{\rho}{\delta}$ =	$1,0^{mm}$	$1,2^{mm}$	$1,4^{mm}$	$1,6^{mm}$	$2,0^{mm}$	$2,4^{mm}$	$2,8^{mm}$	$3,2^{mm}$	$4,0^{mm}$
P =	474	270	158	95,3	37,0	15,0	6,4	2,8	0,5

Les quantités P sont exprimées en cent millièmes.

J'ai d'abord fait usage de deux électrodes linéaires de même nature, qui correspond à l'équation

$$C = P_1 + P_2$$

Système V (Plaque d'acier, 10 éléments).

	$\delta = \overset{mm}{5,0}$	$2\alpha = \overset{mm}{35,4}$	
1er anneau	$2\zeta = 16,0$	$2\delta = 29,3$	$2\varepsilon = \overset{mm}{64,2}$
2me »	$2\eta = 10,4$	$= 23,6$	$= 58,8$
3me »	$= 14,1$	$= 20,8$	$= 56,2$
4me »	$= 16,1$	$= 19,0$	$= 54,4$
5me »	$= 17,7$	$= 17,6$	$= 53,0$

On tire de ces observations les valeurs suivantes de C et c.

n ou i	m	a	Moyenne	c	n ou i	m	a	Moyenne	c
3	4	5	4,0	4,0	45	47	47	46,3	6,6
13	16	17	15,3	5,1	64	65	65	64,7	7,2
29	32	35	31,0	6,2					

Les valeurs de n ou i sont les plus petites, comme cela doit être. Quant à l'accroissement rapide de c qui paraît anormal, je crois qu'il provient d'une erreur dans la détermination de l'épaisseur de la couche du liquide. Lorsqu'on emploie deux électrodes de signe différent, il faut tenir compte de la polarisation par l'équation suivante :

$$C = P_1 - P_2 - \frac{\varphi_1}{e^{\frac{\pi x}{2\delta}} - e^{-\frac{\pi x}{2\delta}}}$$

où la quantité φ, qui varie en raison inverse de δ et de μ doit atteindre une valeur considérable.

Système (Plaque d'acier, 14 éléments).

	$\delta = \overset{mm}{5,0}$	$2\alpha = \overset{mm}{52}$	
1er anneau	$\rho_1^i = 10,9$	$\rho_1^m = 11,6$	$\rho_1^a = \overset{mm}{12,0}$
2me »	$= 9,7$	$= 10,0$	$= 10,1$
3me »	$= 9,0$	$= 9,2$	$= 9,2$
4me »	$= 8,2$	$= 8,5$	$= 8,5$
5me »	$= 7,8$	$= 8,0$	$= 7,9$

On tire de ces observations $\varphi_1 = 1300$ et les valeurs suivantes de C et de c.

i	m	a	Moyenne	c	i	m	a	Moyenne	c
13	16,6	15	15,0	15,0	78	73,4	74	75	10,7
34	36,6	35	35,3	11,8	101	95	99	98	10,9
52,5	53,6	54	53,3	10,7					

Les écarts des valeurs de C correspondant aux divers points d'un même anneau sont assez grands, mais n'accusent aucune marche et s'expliquent par les difficultés que présentent les mesures.

Nous avons encore comparé à la théorie les mesures opérées sur les anneaux formés sous l'action de quatre électrodes linéaires de même nature, disposées aux angles d'un carré. Dans ce cas assez compliqué, la hauteur du liquide au-dessus de la plaque mesurait 20^{mm}. Plus on augmente le nombre des électrodes, plus il est difficile de réaliser les conditions d'identité qui doivent exister entre elles, savoir : égalité de distance de la plaque et même conductibilité électrique. Les anneaux présentent fréquem-

ment dans ces circonstances de petites irrégularités que les mesures seules rendent sensibles. Les mesures faites dans ces conditions ne sont donc pas propres à démontrer l'accord entre la théorie et les faits. M. Werner a calculé un système d'anneaux obtenu par l'action combinée de quatre électrodes. Les différences entre le calcul et l'observation sont un peu plus fortes que dans les cas mentionnés ci-dessus, mais ne présentent aucune marche.

Les formules que j'ai développées par l'extension des principes de la théorie de Riemann, jointes à la nouvelle hypothèse sur l'action de la polarisation ont fourni dans tous les cas soumis au calcul une concordance si satisfaisante avec l'observation que l'interprétation des phénomènes donnée ci-dessus ne saurait s'écarter sensiblement de la réalité.

LA TRANSFORMATION

DE LA

THÉORIE DES ATOMES

PAR

M. Victor MEYER [1].

Quelque familiarisé que l'on soit avec les particularités d'une science, il est toujours difficile de faire connaître à un public un peu étendu les progrès qu'elle a accomplis récemment, les résultats caractéristiques d'une période au milieu de laquelle on se trouve encore. On est inévitablement exposé à confondre ce qui est brillant et ce qui est vrai et à considérer comme faisant époque des travaux importants sans doute et qui tiennent une large place dans les controverses actuelles, mais que néanmoins nos successeurs pourront à peine discerner au milieu d'une foule d'autres choses également intéressantes.

Le chimiste qui jette un regard sur les dix dernières années et qui veut choisir, au milieu des innombrables

[1] Nous avons donné dans notre numéro d'octobre 1883 (*Archives*, t. X, p. 316) le résumé d'une communication de M. V. Meyer sur la loi périodique de Mendelejeff. M. V. Meyer a publié sur le même sujet un article plus étendu (*Deutsche Rundschau*, 2 déc. 1883), d'où nous extrayons les pages qui suivent. (*Réd.*)

résultats qu'elles ont apporté, ceux-là même qui caractérisent cette période et la distinguent de toutes les autres, devra se tenir en garde contre de semblables illusions. Mais s'il laisse de côté tout ce qui peut être considéré, quelle qu'en soit d'ailleurs l'importance, comme un simple développement des travaux commencés dans les périodes antérieures, et s'il ne se préoccupe que de ce qui a une portée plus profonde, alors il n'aura pas à hésiter longtemps sur le choix de son sujet.

La chimie a obtenu de grands résultats dans les dernières années. Sa louange est dans toutes les bouches, et ses conséquences théoriques ne sont pas moins admirées que ses brillantes applications. Il serait oiseux de vanter l'éclatante splendeur des couleurs que l'on retire du goudron et les vertus médicinales des composés que l'on a produits et étudiés, tandis que d'autre part la théorie des valences, celles de la saturation et de la liaison des atomes, sont actuellement enseignées dans les écoles avec tout l'étonnant développement qu'elles ont acquis, et que la jeune génération apprend en se jouant ce que nous étions naguère tout étonnés de voir sortir du chaos.

Nous n'aurons donc pas à parler de tout cela. Mais en dehors de ces progrès, dont l'importance a été immédiatement et généralement reconnue, ceux qui suivaient avec attention le développement de la chimie théorique ont vu apparaître une idée nouvelle; et actuellement, après plus de dix ans d'efforts, cette idée s'est développée jusqu'à constituer un ensemble, encore incomplet sans doute, mais dont on aperçoit déjà nettement les contours. Cette théorie nouvelle s'appelle le *système naturel des éléments chimiques*, et le but de ces lignes est d'en donner une idée.

Depuis le temps où Démocrite d'Abdère dotait la philosophie d'une théorie de la matière, en la considérant comme formée d'atomes séparés, — théorie féconde pour l'étude de la nature, et reprise plus tard par Épicure et par Leucippe, — depuis cette époque reculée, on a cherché à démêler la nature véritable des dernières particules qui constituent le monde physique.

Mais plus anciennement encore on rencontre des traces de préoccupations analogues : avant que la théorie de Démocrite eût donné une base scientifique à ces spéculations, on avait émis de vagues hypothèses sur la nature des éléments ; et avec l'arbitraire qui règne toujours dans la philosophie naturelle jusqu'à ce que l'on se décide à ne se permettre des déductions qu'après avoir observé les faits, on prenait comme élément un peu toutes sortes de choses, sans autre guide et sans autre raison que la fantaisie de ceux qui les choisissaient.

Quand les Persans voyaient dans le feu, et les Égyptiens dans l'eau, l'origine de toutes choses, et que les anciens Indous considéraient le feu, l'éther, l'eau, l'air et la terre comme les éléments constitutifs du monde, ces manières de voir étaient tout aussi peu justifiées que celles de Thalès et d'Héraclite, qui choisissaient à leur gré une de ces substances, et affirmaient sans hésitation que par sa condensation ou sa dilatation elle pouvait former tous les autres corps. Il en est de même des idées du moyen âge, d'après lesquelles les métaux étaient formés de soufre et de mercure, et nous ne pouvons pas considérer comme un progrès l'opinion de Basile Valentin au XVme siècle, qui ajoutait le sel comme troisième élément, ou celle de Paracelse qui voulait que tous les corps non métalliques fussent aussi formés de soufre, de sel et de

vif argent. Ces hypothèses révèlent seulement un système symbolique issu des résultats de l'alchimie, système ingénieux peut-être, mais qui ne contient pas trace de méthode scientifique. Il ne reste donc dans l'antiquité et dans le moyen âge que bien peu de penseurs à côté de Démocrite, dont les idées sur la constitution de la matière méritent encore de nos jours quelque considération. A part Aristote, — bien éloigné pourtant des idées de Démocrite, — aucun d'eux n'a laissé de théorie de la nature qui puisse être considérée comme le développement d'un principe poursuivi jusque dans ses conséquences.

Nous voyons au contraire apparaître la méthode scientifique actuelle, lorsque van Helmont se refusait à considérer comme éléments le feu, qui n'a rien de matériel, et la terre qui est douée de propriétés variables; et lorsque enfin au XVIIme siècle l'Irlandais Robert Boyle enseignait que nous devons considérer comme simples les corps que nous ne pouvons pas décomposer, et que nous devons refuser ce titre à tous les autres, il donnait en fait la définition des éléments qui est encore adoptée de nos jours, et qui, en raison de la puissance limitée de l'homme sera probablement toujours la seule définition acceptable. Il est évident en effet que ce qui doit être considéré comme simple variera avec la puissance des méthodes analytiques, et que nos successeurs parviendront peut-être à décomposer ce qui résiste actuellement à tous les moyens que nous possédons.

I

Le nombre des corps simples, définis comme nous

venons de le voir, s'est accru rapidement avec les progrès de la chimie ; de nos jours on en compte 66, plus un petit groupe de corps douteux et insuffisamment étudiés.

Ces 66 corps simples constituent-ils l'univers entier, ou bien n'est-ce que notre terre qui en est formée, tandis que dans d'autres astres ils sont remplacés par d'autres éléments ? C'est là une question à laquelle il ne sera sans doute jamais possible de répondre d'une façon complète et péremptoire. Mais l'analyse spectrale qui nous permet d'analyser les corps éloignés par l'intermédiaire de la lumière qu'ils nous envoient, nous fournit du moins une réponse partielle. L'examen du soleil, de nombreuses étoiles fixes et même des nébuleuses que l'on aperçoit à des distances incommensurables n'ayant révélé l'existence d'aucun corps nouveau, on peut conclure avec quelque probabilité que les éléments que nous rencontrons sur la terre sont uniformément répandus dans tout l'univers ; mais on ne peut naturellement pas se baser sur ce résultat négatif pour affirmer que nos successeurs ne trouveront pas ce que nous n'avons pas vu ; et même s'ils ne le trouvaient pas, rien ne prouverait qu'il n'existe pas encore des éléments inconnus soit dans l'intérieur de la terre soit en dehors d'elle.

J'essayerai maintenant d'exposer aussi simplement que possible les relations que l'on a reconnues depuis quelques années entre les différents corps simples, et dans ce but je donnerai d'abord le tableau des éléments actuellement connus et de leurs poids atomiques. Ceux-ci ne représentent toujours que des valeurs relatives. Les travaux récents de la physique et de la chimie nous permettent, il est vrai, de calculer avec quelque probabilité le poids absolu d'un atome, mais non pas de le

déterminer avec une certitude complète. Mais nous savons d'une manière certaine qu'un atome d'oxygène pèse 16 fois autant qu'un atome d'hydrogène, et nous l'exprimons en prenant le poids de l'atome d'oxygène égal à 16, et celui de l'atome d'hydrogène égal à 1. La chimie pèse comme précédemment les atomes, non en fractions de grammes, mais en atomes d'hydrogène, et exprime le poids atomique de chaque élément par le nombre qui indique combien de fois son atome est plus lourd que son atome d'hydrogène.

Le tableau suivant contient les poids atomiques tels qu'ils ont été déterminés par les recherches les plus récentes et les plus dignes de confiance :

Aluminium	27,04	Mercure	199,8
Antimoine	119,6	Molybdène	95,9
Argent	107,66	Nickel	58,6
Arsenic	74,9	Niobium	73,7
Azote	14,01	Or	196,2
Baryum	136,86	Osmium	195
Bismuth	207,5	Oxygène	15,96
Bore	10,9	Palladium	106
Brome	76,76	Phosphore	30,96
Cadmium	111,7	Platine	194,9
Cæsium	132,7	Plomb	206,39
Calcium	39,91	Potassium	39,03
Carbone	11,97	Rhodium	104,1
Cerium	141,2	Rubidium	85,2
Chlore	35,37	Ruthenium	103,5
Chrome	52,45	Scandium	43,97
Cobalt	58,6	Selenium	78,87
Cuivre	63,18	Silicium	28,0
Didyme	145	Sodium	23,0
Erbium	166	Soufre	31,98
Etain	117,35	Strontium	87,3
Fer	55,88	Tantale	182
Fluor	19,06	Tellure	127,7
Gallium	69,9	Thallium	203,7
Glucinium	9,08	Thorium	231,96
Hydrogène	1	Titane	50,25
Indium	113,4	Tungstène	183,6
Iode	126,54	Uranium	239,8
Iridium	192,5	Vanadium	51,1
Lanthane	138,5	Ytterbium	172,6
Lithium	7,01	Yttrium	89,6
Magnesium	24,37	Zinc	64,88
Manganèse	54,8	Zirconium	90,4

On voit immédiatement que ces nombres sont disposés sans aucune règle. Il n'y a pas de relation simple entre eux et on ne peut pas les considérer par exemple comme des multiples simples d'une même unité commune à tous.

On a cherché pourtant s'il n'existait pas quelque loi cachée sous ce désordre apparent.

Les savants les plus sérieux ont abordé ce problème et leurs efforts ont fini par les conduire au but, bien que pas une voie différente de celle qu'ils avaient d'abord entrevue.

L'hypothèse la plus simple que l'on puisse imaginer fut émise en 1815 par Prout, qui supposa que l'hydrogène était la matière primitive dont les atomes, en se réunissant, constituent tous les autres éléments. Ainsi le poids atomique de l'argent est 108, c'est-à-dire qu'un atome d'argent pèse 108 fois autant qu'un atome d'hydrogène. Dans l'idée de Prout un atome d'argent est formé de la réunion de 108 atomes d'hydrogène. Un atome d'oxygène serait formé de même de 16 atomes d'hydrogène et un atome d'azote de 14 atomes d'hydrogène. Malheureusement cette hypothèse si simple n'a pas résisté au contrôle des faits ; il est clair que si elle était exacte, tous les poids atomiques seraient des multiples des poids de l'atome d'hydrogène, ils devraient donc tous être des nombres entiers.

Or nous savons aujourd'hui ce que Prout ignorait, que le poids atomique de l'argent n'est pas exactement 108, mais qu'il se rapproche davantage de $107\ ^2/_3$.

Dans l'idée de Prout, il faudrait dès lors que l'argent fut formé de $107\ ^2/_3$ atomes d'hydrogène, ce qui n'a évidemment aucun sens, car si l'hydrogène est la matière primitive, ses atomes sont absolument indivisibles, et il ne

peut exister de tiers d'atomes d'hydrogène. Le rapport serait encore plus compliqué dans le cas du chlore par exemple, dont le poids atomique n'est pas 35,5, mais en réalité 35,37. Il faudrait admettre dans ce cas que l'atome du chlore est formé de 35 atomes entiers et de 37 centièmes d'atomes d'hydrogène, c'est-à-dire que l'atome primitif indivisible devrait être décomposable en centièmes, ce qui serait en définitive renverser complètement l'hypothèse; celle-ci est donc inacceptable, au moins dans sa forme primitive, bien qu'elle renferme certainement une idée exacte au fond.

Malgré cet insuccès, les chimistes n'ont cessé de poursuivre l'idée de Prout. Sans doute il n'existe pas de rapports simples tels que ceux que Prout avait quelque droit d'admettre en présence des déterminations douteuses dont il pouvait disposer; mais on s'est convaincu de plus en plus qu'il existe des relations entre les diverses propriétés des atomes et les nombres qui expriment leurs poids atomiques.

Dans la longue série des éléments métalliques, prenons-en par exemple trois qui se ressemblent d'une manière frappante par l'ensemble de leurs caractères. Tous trois sont remarquablement légers, ne résistent pas à l'air et décomposent immédiatement l'eau, souvent avec production de flammes.

Ces trois métaux sont le lithium, le sodium et le potassium. Leurs poids atomiques sont :

Lithium.........	7
Sodium.........	23
Potassium.......	39

On voit que le poids du sodium est plus fort de 16

que celui du lithium, et que c'est encore le même nombre 16 qu'il faut ajouter au poids du sodium pour avoir celui du potassium.

En d'autres termes, le poids atomique du sodium est la moyenne des poids atomiques du lithium et du potassium. Si donc ces éléments ont une telle analogie, il est naturel d'admettre que ce rapport numérique n'est pas un simple jeu de hasard, et de supposer au contraire que l'atome de sodium consiste en un atome de lithium augmenté de quelque chose d'inconnu dont le poids atomique serait 16; puis que l'atome de potassium à son tour est formé d'un atome de sodium joint à ce même élément de poids 16, ce qui peut représenter schématiquement par

1 lithium $= 7$

1 sodium $= 1$ lithium $+ 16 = 23$

1 potassium $= 1$ lithium $+ 2 \times 16 = 1$ sodium $+ 16 = 39$.

Cette hypothèse, bien vague au premier abord, gagne en probabilité si nous considérons certains composés chimiques qui présentent les mêmes rapports de nombres et chez lesquels ces rapports peuvent être en toute certitude expliqués par une cause conforme à l'hypothèse ci-dessus. Ainsi les trois acides formique, acétique et propionique ont entre eux une analogie aussi grande que celle des trois métaux ci-dessus. Mais ces acides ne sont pas des corps simples, ils sont formés tous trois de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, combinés dans des rapports différents. Or l'analyse nous apprend que l'acide acétique n'est que de l'acide formique auquel se sont ajoutés un atome de carbone (pesant 12) et deux atomes d'hydrogène ($= 2$); ils diffèrent donc de 14 dans leurs poids atomiques. De même l'acide propionique diffère de l'acide acétique en ce

qu'il contient encore 1 carbone et 2 hydrogènes de plus. Si donc ces trois acides, qui ont entre eux les mêmes analogies que les trois métaux dont j'ai parlé, présentent aussi dans leur poids atomique cette différence constante de 14, provenant de ce qu'ils dérivent l'un de l'autre par l'adjonction d'atomes connus, il faudra bien admettre comme assez probable que dans nos trois métaux les mêmes effets sont dus à la même cause, c'est-à-dire que ces trois corps présentent en réalité une différence de composition déterminée, et il faut pour cela qu'ils soient des corps composés et non pas de véritables éléments.

Si l'exemple que nous venons de citer était isolé, on pourrait ne voir dans cette coïncidence qu'un simple jeu de hasard, mais il n'en est pas ainsi. On observe très généralement que quand trois éléments sont très semblables chimiquement et physiquement, leurs poids atomiques présentent des différences sensiblement constantes. Tels sont par exemple le chlore, le brome et l'iode; puis, le soufre, le selenium et le tellure, puis le potassium, le rubidium et le cæsium.

Ces rapports remarquables étaient connus depuis longtemps et de nombreux savants, Döbereiner, Gmelin, Dumas, Pettenkofer et d'autres les avaient mis en lumière; mais bien que leurs travaux eussent augmenté le nombre des triades, comme on appelait ces groupes de trois éléments semblables, ce n'étaient là en quelque sorte que des phénomènes isolés et cette particularité étant toujours astreinte dans chaque cas à trois corps seulement, on ne pouvait en aucune façon voir là une loi générale. Il fallait donc malgré la tendance des chimistes de tous les temps à chercher une unification analogue à celle de Prout, il fallait rester avec résignation sur le terrain expérimental,

et l'on en était toujours à souhaiter l'apparition d'une théorie des corps simples qui répondît à la fois aux résultats de l'expérience et à notre besoin d'unité et de causalité.

II.

La transformation fondamentale de la théorie des atomes qui donne un premier résultat à ces nombreux travaux préparatoires et qui nous permet, sinon d'atteindre complètement le but qui n'avait été que soupçonné, du moins de le discerner clairement, cette transformation est due aux travaux de plusieurs savants, parmi lesquels on doit citer en première ligne le chimiste russe Mendelejeff et après lui l'allemand Lothar Meyer.

Supposant l'existence d'une loi générale, ces savants étendirent leurs recherches à tous les corps simples connus, et après les avoir rangés suivant les grandeurs croissantes de leurs poids atomiques, ils étudièrent en détail les rapports qui pouvaient bien exister entre les caractères physiques et chimiques de ces corps et leur place dans cetté série.

La relation cherchée se manifesta d'abord pour les volumes atomiques, quantités auxquelles on n'avait pas accordé jusqu'alors une importance suffisante. Mais cette relation n'était pas absolue; elle paraissait s'appliquer régulièrement à un certain nombre de termes consécutifs de la série des corps simples, puis brusquement la voie où l'on était engagé semblait coupée et l'on se trouvait en face d'une lacune ou d'une anomalie; tantôt il manquait un corps simple de poids atomique déterminé qui était nécessaire pour établir la continuité de la loi; tantôt au

contraire on se trouvait en présence d'un élément dont les propriétés s'écartaient complètement de celles qu'il aurait dû avoir d'après sa place dans la série.

Mendelejeff, au lieu de s'arrêter devant ces irrégularités, prit le parti plus audacieux de passer simplement par-dessus.

Ne pouvant naturellement pas ajouter de nouveaux corps là où ils manquaient, il osa admettre l'existence de corps encore inconnus, et ne pouvant laisser de côté les poids atomiques qui ne s'accordaient pas avec sa théorie, il osa affirmer qu'ils étaient faux.

On peut croire que ce procédé arbitraire excita de vives critiques; une loi qui exigeait le renversement de faits en apparence positifs et la prédiction de choses non encore découvertes, était nécessairement soumise aux plus graves objections et l'on doit admirer les fondateurs de cette théorie, de n'avoir pas reculé devant de pareils inconvénients et de s'être ainsi fiés hardiment à leur étoile et à l'avenir. Leurs procédés étaient alors incroyablement arbitraires, mais il existait cependant des moyens de les justifier et de décider si ces produits de leur imagination devaient s'évanouir devant les faits ou prendre place au contraire parmi les vérités scientifiques.

Ils avaient déclaré que certains poids atomiques étaient inexacts : cela donna l'occasion de reprendre expérimentalement les déterminations de ces nombres; et la nouvelle théorie remporta ici un succès remarquable. On trouva que les poids atomiques regardés comme douteux par Mendelejeff et Lothar Meyer avaient réellement été mal déterminés et les nouvelles expériences conduisirent précisément aux valeurs que ces savants avaient prévues en suivant leur théorie.

Un ensemble de circonstances heureuses contribua pour sa part à attirer l'attention sur ces premiers succès. Parmi les corps dont les poids atomiques étaient absolument en contradiction avec la loi, se trouvait l'indium qui, découvert récemment, avait reçu le poids atomique 75,6 basé sur des expériences soignées, mais incomplètes. Ce chiffre lui assignait dans la série une place incompatible avec ses propriétés. Mendelejeff et Meyer conclurent simultanément que ce nombre était faux et que le poids atomique de l'indium devait être en réalité 113,4. A la même époque, Bunsen effectuait à Heidelberg ses célèbres recherches sur le calorimètre à glace ; des observations sur l'indium le conduisirent à contrôler expérimentalement le poids atomique de ce métal et le nombre qu'il obtint par une voie purement expérimentale se trouva être précisément 113,4. C'était là une confirmation brillante de la prédiction et ce résultat produisit une impression d'autant plus grande que Bunsen, à l'époque où il commença ses recherches, ne pouvait avoir aucune connaissance des travaux de Mendelejeff et de Lothar Meyer.

Ce succès ne fut pas isolé ; les chimistes renversèrent successivement tous les poids atomiques douteux et l'expérience impartiale les remplaça précisément par les nombres qui avaient été prévus.

Après cela, on ne pouvait plus guère reprocher à la nouvelle théorie de remplir les lacunes qui s'opposaient à un groupement en supposant l'existence de nouveaux corps encore à découvrir, et ce reproche, bien au contraire, fit place à la plus vive admiration lorsque quelques-uns de ces corps nouveaux furent réellement découverts avec les propriétés qu'on leur avait supposées.

La théorie prit ainsi une telle autorité qu'il n'est guère de chimistes qui ne reconnaissent actuellement son importance et que le système rationel ou périodique des éléments, malgré les complications étranges qu'il contient encore doit certainement être considéré comme l'expression d'une loi fondamentale de la nature.

III

Si l'on range tous les corps simples d'après la grandeur croissante de leurs poids atomiques, en laissant de côté l'hydrogène qui sert d'unité, on observe le fait curieux que les éléments se groupent naturellement en deux espèces de périodes. On distingue les *petites* périodes dont il existe deux, embrassant chacune sept corps, et les grandes périodes formées chacune de dix-sept corps simples. Les membres d'une même période ne montrent entre eux aucune analogie, aucune communauté de caractère chimique ou de propriétés, tandis que chaque terme d'une période est l'analogue indiscutable et connu depuis longtemps des termes qui occupent le même rang dans les autres périodes.

Prenons par exemple les cinq premières périodes; la cinquième est, il est vrai incomplète, et l'on n'en connaît que les cinq premiers termes.

Petites périodes.		Grandes périodes.		
I	II	III	IV	V
Lithium....... 7	Sodium........ 23	Potassium...... 39	Rubidium...... 85	Cæsium........ 133
Glucinium..... 9	Magnésium..... 24	Calcium....... 40	Strontium...... 87	Baryum....... 137
Bore.......... 11	Aluminium 27	Scandium...... 44	Yttrium....... 89,6	Lanthane...... 138,5
		Titane......... 48	Zirconium...... 90,4	Cerium........ 141
		Vanadium...... 51	Niobium....... 94	Didyme........ 145
		Chrome....... 52,5	Molybdène..... 96	
		Manganèse..... 55	?	
		Fer........... 56	Ruthenium..... 103	
Carbone....... 12	Silicium....... 28	Cobalt......... 59	Rhodium...... 104	
		Nickel........ 59	Palladium...... 106	
		Cuivre........ 63	Argent........ 108	
		Zinc.......... 65	Cadmium...... 112	
		Gallium....... 69,9	Indium........ 113,4	
		?	Étain......... 117,4	
Azote......... 14	Phosphore..... 31	Arsenic........ 75	Antimoine...... 120	
Oxygène....... 16	Soufre........ 32	Selenium...... 79	Tellure........ 127	
Fluor......... 19	Chlore........ 35,5	Brome........ 80	Iode.......... 127	

L'ordre des éléments n'a rien de forcé; il est indiqué le plus naturellement du monde par la grandeur croissante de leurs poids atomiques. Il est d'autant plus remarquable que chaque terme de la seconde période par exemple soit l'analogue naturel et incontestable de son voisin de la première période.

Il suffit de jeter les yeux sur ce tableau pour reconnaître combien ce groupement en périodes met en regard les éléments analogues. Chaque ligne horizontale contient en fait les corps qui sont en relation naturelle; seule la place du silicium et du carbone a dû être indiquée d'une manière spéciale à cause de l'analogie de ces corps d'une part avec le titane et de l'autre avec l'étain. Dans la première ligne par exemple, nous trouvons le lithium, le sodium, le potassium, le rubidium et le cæsium, dont nous avons déjà remarqué les analogies; on peut observer également sur cette ligne les relations réciproques de ces corps et la variation continue de leurs propriétés en passant du moins électro-positif, le lithium, jusqu'au cæsium, le plus électro-positif de tous les corps connus.

On retrouve ainsi toutes les triades qui paraissaient auparavant des faits isolés et étranges. Ainsi sur la seconde ligne horizontale sont trois métaux analogues, le calcium, le strontium et le baryum; sur la dernière les trois halogènes le chlore, le brome et l'iode, qui sont peut-être de tous les corps ceux qui présentent les plus grandes analogies, et l'on retrouve ces analogies dans le fluor qui est placé à côté du chlore. Ce tableau tient compte tout aussi parfaitement du caractère électro-chimique : les cinq corps les plus électro-positifs, les alcalis étant placés sur la première ligne et les plus électro-négatifs, les halogènes, sont les derniers. Et il en est de

même de presque toutes les autres propriétés, comme il est facile de le voir pour peu que l'on possède quelques connaissances spéciales en chimie.

Quant aux lacunes que nous remarquons çà et là, par exemple entre le gallium et l'arsenic, leur signification est évidente. Elles indiquent l'existence de corps non découverts jusqu'ici; on peut s'attendre à rencontrer un élément encore inconnu de poids atomiques compris entre 69,9 et 75, et dont les caractères seront semblables à ceux de l'étain; de même la lacune entre le molybdène et le ruthénium indique l'existence d'un élément dont le poids atomique sera compris entre 96 et 103.

Mais n'est-il pas absurde de faire de pareilles prophéties? est-il permis dans des recherches sérieuses de prévoir des éléments que l'on n'a jamais rencontrés, dont l'existence n'est indiquée que par des rapports numériques, et de tenir compte de ces corps inconnus comme s'ils existaient réellement? Pour hasarder de telles prédictions, il fallait à Mendelejeff une audace peu commune et une bien grande confiance dans la réalité de ses conceptions.

Lorsque Mendelejeff publia ses tableaux, le nombre des éléments connus était sensiblement plus petit que maintenant. Deux corps simples, qui se trouvent dans la troisième colonne verticale de notre tableau, le scandium et le gallium étaient encore inconnus, et la régularité que nous venons de voir était complètement masquée par le déplacement du reste des corps simples. Mendelejeff, en conséquence, ne craignit pas de prédire l'existence de ces deux métaux, qu'aucun autre fait connu n'avait encore fait prévoir, il donna même leurs poids atomiques et indiqua leurs principales propriétés.

Cette prédiction, dont on rit d'abord, fut étonnamment vite vérifiée. Le chimiste français Lecoq de Boisbaudran découvrit peu de temps après un nouveau métal qu'il appela le gallium et qui correspondait exactement à la description annoncée. Il en est de même du scandium découvert récemment par Nilson. Pour montrer combien les prédictions s'accordent avec les faits découverts plus tard, je dirai seulement que Mendelejeff attribuait au gallium un poids atomique d'environ 68 et un poids spécifique de 6 environ. Les valeurs trouvées en réalité sont 69,9 pour le poids atomique et 5,9 pour le poids spécifique.

Nous sommes donc maintenant en possession d'une loi générale d'après laquelle nous pouvons considérer les corps simples comme formant une grande famille naturelle. On ne peut plus douter que leurs relations réciproques ne soient soumises à certaines règles déterminées, et l'on peut sans absurdité les considérer comme n'étant pas autant de mondes distincts et complètement séparés. Ce n'est pas là sans doute une confirmation absolue de l'hypothèse de Prout, qui est contredite par l'expérience ; mais son idée fondamentale, l'existence d'une matière unique, distribuée seulement d'une manière différente dans les différents éléments est grandement appuyée par la théorie de la périodicité naturelle.

On peut donc actuellement entreprendre avec quelque espoir de succès des recherches expérimentales dirigées dans cette voie. De pareils essais présentent d'ailleurs de grandes difficultés, et ceux qui ont été tentés ne sont pas encore suffisamment nombreux. Toutefois ils n'ont pas été tout à fait sans résultats.

Dans ces dernières années, l'auteur de ces lignes, et

bientôt après M. Crafts, ont cherché si les corps simples éprouvent quelques modifications sous l'influence de températures excessivement élevées. De l'oxygène, de l'azote, du mercure et quelques autres corps ont été portés à une température capable de fondre le fer forgé et le palladium, et à laquelle des vases de platine ou de porcelaine fine peuvent seuls résister.

A ces températures, que l'on mesure avec un thermomètre à air en platine et porcelaine, et qui ont atteint dernièrement 1650° environ, ces corps sont restés absolument inaltérés. Mais ils ne présentent pas tous la même résistance; les halogènes, le chlore, le brome et l'iode, ont montré clairement qu'ils ne sont pas immuables sous l'action de la chaleur. Vers 1000° environ leur densité diminue et à une température encore plus élevée, leur molécule double se décompose dans ses atomes constituants, la densité de leur vapeur n'ayant plus alors que la moitié de sa valeur normale. Ce résultat a été atteint complètement pour l'iode, et seulement en partie pour les deux autres, dont la décomposition complète ne s'effectue qu'à des températures que les appareils nécessaires aux expériences peuvent à peine supporter.

Ces essais montrent donc une décomposition des molécules élémentaires en atomes libres; mais jusqu'à présent il a été impossible d'obtenir une décomposition en éléments qualitativement différents.

Si nous revenons en terminant sur ce que nous apprend la loi des périodes naturelles, nous y trouvons la certitude de la dépendance réciproque des propriétés et du poids atomique, et surtout de la liaison de tous les éléments entre eux ; par suite aussi l'indication d'une matière fondamentale qui leur serait commune à tous. Et s'il est bien

établi que ce que nous appelons un atome d'hydrogène n'est pas la véritable unité primordiale, rien ne nous empêche d'admettre que ce rôle appartient à une fraction inconnue de l'atome. Quelle est la grandeur et la nature de cette fraction, nous l'ignorons sans doute. Cette énigme qui attire toujours l'esprit des chimistes trouvera sa solution dans l'avenir, comme tant d'autres questions que la théorie atomique laisse actuellement sans réponse; en tout cas le système périodique constitue un progrès énorme. Le but qu'il semblait insensé même de montrer, se présente actuellement comme devant être atteint, et ce but finira par être atteint, car le dogme de son inaccessibilité est maintenant renversé.

LE PURBECKIEN DU JURA

PAR

Aug. JACCARD

(Avec une carte).

Le nom d'*Étage purbeckien,* proposé en 1857 par M. Lory, pour désigner les couches de marnes et calcaires lacustres, avec dépôts de gypse, que l'on observe à la base du néocomien dans le Jura, a eu quelque peine à être reconnu dans le monde géologique. Il ne pouvait en être autrement pour une division stratigraphique relativement pauvre en fossiles et dont les affleurements n'étaient encore que bien imparfaitement connus puisqu'ils sont dispersés sur une grande superficie du Jura.

La publication, en 1865, de la monographie qui a pour titre : *Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infra-crétacée de Villers-le-Lac* [1] permettait cependant d'entrevoir que tout n'était pas dit sur un terrain dont l'origine nymphéenne est, par sa position entre deux formations marines, si digne d'attention.

C'est ce que semble avoir compris un élève de l'Académie de Lausanne, M. G. Maillard, lequel vient de publier sous le titre d'*Étude sur l'Étage purbeckien dans le Jura,* sa dissertation inaugurale pour le doc-

[1] *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XVIII.

torat à l'Université de Zurich. Déjà précédemment, l'auteur s'était fait connaître par son *Étude sur l'unification des procédés graphiques en géologie,* qui lui a valu le troisième accessit au concours ouvert par le Congrès international de géologie, à Bologne, en 1881.

Les premiers géologues qui se sont occupés du Jura, L. de Buch, Mérian, Gressly, Thurmann, Montmollin et Agassiz même, ont considéré la série des terrains sédimentaires de cette chaîne comme formée entièrement par des dépôts marins. Ils avaient fort bien reconnu le passage du jurassique au crétacé, caractérisé par une modification profonde de la faune, mais nul d'entre eux n'avait soupçonné la présence de couches nymphéennes, précisément à ce point de contact. Il était réservé aux géologues franc-comtois de révéler l'existence de ces marnes à gypse et à fossiles d'eau douce qui furent bientôt reconnues dans le Jura suisse, partout où l'on peut observer un affleurement des couches crétacées et jurassiques, soit du valangien et du portlandien.

Nous ne referons pas ici l'histoire des divers noms appliqués à ces couches, à une époque où leur faune était inconnue des uns, mal connue des autres. M. Marcou en a d'ailleurs exposé les principaux traits dans cette *Revue,* il y a vingt-cinq ans [1].

Rappelons seulement que le terme de *Dubisien,* proposé par Desor et Gressly, fut abandonné par ces savants dès qu'ils eurent connaissance de l'identité des espèces de Villers-le-Lac et des gisements typiques de la presqu'île de Purbeck, ainsi qu'il résulte de l'étude faite par M. de Loriol en 1865.

[1] *Archives*, janvier et février 1859.

Au moment où parut cette monographie, on connaissait déjà une trentaine d'espèces fossiles, lacustres et saumâtres, presque toutes de Villers-le-Lac (Doubs).

Malgré d'actives recherches et la découverte de nombreux affleurements, il ne m'avait pas été possible de retrouver ailleurs un gisement fossilifère quelque peu riche ou important. M. Maillard a été plus heureux, et nous connaissons maintenant trois autres localités typiques ou classiques du purbeckien, dont il me semble utile de dire quelques mots.

Le gisement de *Feurtilles* près Baulmes, au pied d'une colline néocomienne isolée du Jura, probablement par une faille, est remarquable par la présence d'une couche à fossiles marins (g. *Natica, Cardium, Psammabia, Plectomya, Mytilus, Alaria*) et saumâtres, intercalée entre des marnes à fossiles d'eau douce (*Bythinia, Valvata helicoides, Physa Wealdiensis, Planorbis Loryi*, etc.).

Vers la base, une couche de marne bitumineuse, espèce de limon lacustre, se délitant dans l'eau, renferme en abondance des graines de *Chara* (*C. Jaccardi* et, probablement, une espèce nouvelle) ainsi que des fragments de test d'une assez grande *Helix*. On y observe aussi de petits cristaux de quartz.

L'existence du gypse à la partie tout à fait inférieure du gisement achève de lui donner une importance exceptionnelle dans l'étude du purbeckien.

Transportons-nous maintenant dans le val d'Auberson, près Sainte-Croix, rendu illustre dans le monde géologique par les découvertes du docteur Campiche dans les terrains crétacés. La construction récente d'un chemin, au hameau de Vers-chez-les-Jacques, a mis à découvert une bonne coupe, de cinquante mètres de longueur,

remarquable par la présence de fossiles terrestres (*Megalomastonia Loryi*) de nombreuses Physes (*Ph. Bristowii, Ph. Wealdiensis*), ainsi que des *Cerithium* dans les couches supérieures. Le géologue, si souvent déçu par la rareté des fossiles purbeckiens trouve là un dédommagement à ses fatigues ordinaires.

La présence des fossiles d'eau douce implique nécessairement le voisinage de rivages terrestres. Comment se fait-il que les animaux constitués pour vivre hors de l'eau n'aient pas laissé plus souvent des traces de leur existence, telles que leur coquille ? Nous ne le savons, mais pourtant voici un indice qui peut nous engager à ne pas renoncer à tout espèce de découvertes dans nos régions.

« Un bon gisement, dit M. Maillard, se trouve à la *Source* de l'Ain près Nozeroy. Il est unique dans son genre, en ce que les coquilles terrestres l'emportent de beaucoup sur les espèces aquatiques, qui sont aux premières comme 1 : 20. Quatre espèces de Cyclostomides formant deux genres (*Diplomoptychia* et *Megolomastoma*) se rencontrent dans un dépôt mal stratifié, rappelant certains dépôts de Löss allemand où les coquilles aquatiques sont très rares. Celles-ci ne manquent pas absolument à la source de l'Ain, car M. Maillard y a trouvé les *Planorbis Loryi, Physa Wealdiana* et *Cyrena Pidanceti.*

Quant au quatrième gisement classique, celui de Villers-le-Lac, maintenant rendu à peu près invisible par les éboulis, M. Maillard renvoie au travail de MM. de Loriol et Jaccard et nous nous bornons à en faire mention.

Si l'*Étude* de M. Maillard est importante au point de

vue paléontologique, puisqu'il a observé au moins une centaine de gisements fossilifères et recueilli 60 à 70 espèces fossiles, elle n'est pas moins intéressante au point de vue de nos connaissances sur l'extension de l'Étage purbeckien dans le Jura et de la nature de ses couches en général. Quoiqu'on n'observe jamais deux coupes parfaitement semblables on peut cependant constater l'existence de deux sous-étages bien caractérisés.

A la partie supérieure, sous le valangien, ce sont d'abord des couches qui contiennent une faune saumâtre avec les genres *Cerithium, Turritella, Corbula, Cyrena, Gervilia* et *Lithodomus,* puis des alternances de calcaire et de marne renfermant une faune fluvio-lacustre avec les genres *Auricula, Planorbis, Lymneus, Physa, Bythinia, Valvata, Neritina,* etc.

Le groupe inférieur ne renferme pas de fossiles, car l'auteur attribue au portlandien certaines couches dolomitiques renfermant une faune marino-saumâtre, reconnue sur divers points (Villers, Morteau, Couvet, Ville-du-Pont). Il se compose assez irrégulièrement de bancs de calcaire cloisonné dit *corgneule,* de marne argileuse, noire, grise ou blanche, dite *marnes à gypse* à cause des amas de *gypse* plus ou moins importants, exploités sur quelques points, qu'elles renferment quelquefois.

Il ne suffisait pourtant pas d'énumérer de nouveaux gisements, de les étudier couche par couche, de constater, comme l'a fait M. Maillard, que la richesse fossilifère va en diminuant à mesure qu'on avance vers le sud, pour faire place aux couches stériles vers Belley, il fallait encore chercher à résumer les observations et à les exposer dans une carte spéciale du bassin purbeckien du Jura. C'est ce que notre auteur a fait avec beaucoup

de succès. La vue de sa carte, grâce aux détails qu'il y a fait figurer, en dit plus que de longues descriptions, aussi avons-nous cru devoir lui demander d'en autoriser la reproduction dans les *Archives* (Pl. III.)

Le *grand lac purbeckien* s'étendait de Belley à Bienne sur une longueur de 200 kilomètres. Sa largeur moyenne était de 40 kilomètres. Si l'on réunissait par une ligne idéale l'extrémité sud-ouest du Léman au lac de Neuchâtel, on aurait la forme générale et l'orientation de notre lac, mais avec une superficie vingt fois plus grande, admettant d'ailleurs qu'il ne s'étendait pas à l'est vers Lausanne, Fribourg et Berne.

Ces limites sont basées sur la présence des dépôts nymphéens; mais si l'on jette les yeux sur notre carte, on verra vers le nord diverses lignes indiquant d'autres limites, telles que les affleurements ou lentilles de gypse, ceux des couches saumâtres supérieures et inférieures (facies oolitique fossilifère). Je n'entrerai pas dans le détail des considérations sur les diverses phases de l'histoire de ce lac, sur le soulèvement lent qui fit succéder aux dépôts marins du portlandien, d'abord les couches saumâtres, puis les dépôts d'argile et de gypse sans fossiles, dans un bassin fermé, et enfin les couches de marnes et calcaires bitumineux avec leurs fossiles caractéristiques. Il me suffira de faire observer que rien, dans tout ce que nous apprend l'*Étude sur l'Étage purbeckien*, n'accuse des phénomènes violents, des cataclysmes que l'on se plaisait à évoquer autrefois. Même en ce qui concerne la fin du régime nymphéen, nous retrouvons une succession de phénomènes ordinaires, d'oscillations lentes et graduelles, qui doivent, pour longtemps encore replacer le Jura central et méridional sous les flots de la mer crétacée.

Mais ce qui est particulièrement digne de fixer l'attention c'est, ou plutôt ce sont les questions relatives à l'*origine* de cette faune *nymphéenne* ou même *terrestre*, succédant à une longue série de faunes absolument marines. Faut-il admettre la *création* sur place de ces *Cyclostomides*, de ces *Lymneïdes*, de ces *Auriculides ?* Ou bien devons-nous plutôt penser que ces formes génériques découvertes depuis peu dans des formations plus anciennes, dans l'oolite inférieure et même dans le carbonifère, constituent un anneau de ces enchaînements, bien mystérieux encore, des êtres antérieurs à notre époque ? Ce qui serait de nature à nous faire pencher en faveur de cette théorie, c'est la comparaison de nos types purbeckiens avec les espèces vivantes actuelles. Ces familles et ces genres de mollusques sont encore représentés dans nos contrées, mais aucune des espèces n'y a son homologue ; c'est bien loin qu'il faut aller les chercher. Ici, je crois ne pouvoir mieux faire que de reproduire les propres termes de l'Étude de M. Maillard.

L'*Auricula Jaccardi* se rapproche par la sulpture d'*A. Auris Judae*, L. des Indes orientales.

Les *Melampus* vivent aujourd'hui dans l'Amérique du Nord.

Lymneus physoïdes est analogue à *L. humilis*, Say, de l'Ohio, et à *L. umbilicata*, Say, du Maine, tant par le nombre des tours que par leur bombement et la taille de l'espèce.

Physa Burtowii est tout à fait semblable à *Ph. aucillaria*, Say, de l'Ohio et à *Ph. Mexicana*, Pleil, du haut Mexique.

Ph. Wealdiensis, parente de *Ph. Gabbi*, de Californie, se rapproche aussi de *Ph. elongata*, Say, d'Ohio, qui a cependant la bouche moins évasée.

Bythinia Sautieri est presque identique pour la forme, le bombement des tours, la taille à *B. ventricosa,* Gray, du centre de l'Europe, dont elle possède la sculpture. La hauteur du dernier tour est à la longueur de la spire dans les deux espèces, comme 3 : 5.

Valvata helicoida = *V. sincera,* Say, de l'Ohio.

Neritina wealdiensis est un type des Philippines, du groupe des *N. subpunctata,* Recl., *tritonensis,* Guillon, *commumis,* Sow, de Mindanao.

Leoplas inflata = *L. subaccinata,* Say, de l'Ohio, ou *L. cyclostomatiformis,* Lea, d'Alabama.

Cyrena Pidanceti, de Lor., se rapprocherait de *Corbicula limosa,* Mat. Ract., ou de *Corbicula variegata,* Dave, sp. de la Plata, etc.

La faune de ces couches aurait donc un caractère nord-américain fortement prononcé. Quelques espèces se retrouvant sous les tropiques assignent à l'époque purbeckienne un climat assez chaud. « Toutes ces comparaisons ont été faites dans les collections de l'Université de Würzbourg et contrôlées par M. Sandberger. »

Ainsi s'exprime M. Maillard, relativement aux affinités de nos espèces fossiles avec les espèces vivantes ; il est toutefois un point sur lequel il ne s'explique pas suffisamment, à notre gré. Il s'agit de la petitesse vraiment remarquable de tous nos fossiles. Il semblerait que le climat chaud eut dû favoriser le développement individuel de ces mollusques. Comme les espèces nouvelles feront l'objet d'une monographie dans les *Matériaux pour la paléontologie suisse,* nous aurons sans doute occasion d'être renseignés sur ce point, à savoir si les espèces comparées sont aussi de petite taille.

Comme cela était naturel, M. Maillard s'est aussi oc-

cupé du synchronisme des formations analogues au purbeckien, signalées dans d'autres contrées, ainsi dans les Charentes, le Hanovre, la presqu'île de Purbeck; il aborde également la question du tithonique, mais il ne peut faire autre chose que d'émettre des appréciations plus ou moins personnelles. Il conclut, ce qui n'est plus guère contesté aujourd'hui, que, par sa faune et par sa position, il a plus d'affinités avec le jurassique qu'avec le crétacé, qu'il n'est qu'un *facies* du portlandien, et qu'il doit être rangé *à la partie supérieure du système jurassique.*

Nous avons dit que M. Maillard se proposait de rédiger une monographie paléontologique des fossiles purbeckiens du Jura. Il rendra par là un nouveau service à la science et nous donnera un complément naturel à son essai d'une carte de l'extension du purbeckien et de ses différentes couches, dans le Jura franco-suisse et les départements de l'Ain, de la Haute-Savoie et de la Savoie. Ce n'est pas peu de chose en effet que d'avoir suivi pas à pas, étudié et reconnu les traces d'un terrain dont l'épaisseur moyenne est à peine de 10 mètres, qui, fort souvent, est d'une pauvreté fossilifère désespérante, et dans lequel enfin il fallait distinguer plusieurs facies, superposés ou isolés, dignes d'attention. C'est ainsi que nous pouvons reconnaître la localisation, vers le nord, des lentilles de gypse, des facies saumâtres, supérieur et inférieur, que l'on chercherait en vain vers le sud, où, tout au contraire, les couches en augmentant d'épaisseur, deviennent stériles. Il est en effet curieux de constater le rapprochement des couches à fossiles d'eau douce de Yenne avec les espèces caractéristiques de l'étage purbeckien de celles de Lemenc qui ont fourni certains types du *tithonique,* facies marin jura-crétacé, qui faisait, il y

a quelque quinze ans, l'objet des études de notre regretté F. J. Pictet. Les découvertes réalisées prouvent que tout n'est pas encore dit sur le terrain qui nous occupe. Il est toutefois douteux que nous arrivions encore à trouver des types nouveaux, et beaucoup d'espèces appartenant à la faune des couches types de la presqu'île de Purbeck. Notre lac jurassique a subsisté trop peu de temps pour que la vie animale et végétale terrestre ait pu se développer largement. La petite taille de toutes nos espèces, la faible épaisseur des assises en fournissent la preuve. Mais, en revanche, quel n'est pas le champ ouvert aux investigations, par ce fait que nous devons aller chercher par delà l'océan les représentants typiques, sinon les descendants, de nos mollusques purbeckiens du Jura? Existe-il des transitions de forme ou de temps, quelles sont-elles? Voilà ce qu'il reste à examiner.

Pour que l'entreprise de M. Maillard approche le plus possible de la perfection, il faudrait maintenant qu'il jouît du temps et des ressources nécessaires pour explorer et visiter lui-même les gisements reconnus des Charentes, du Hanovre, de la presqu'île de Purbeck, ou, à défaut, qu'il eût à sa disposition les documents originaux des musées et des collections. Espérons qu'une partie au moins de ces *desiderata* sera satisfaite, car il s'agit de la solution d'une des questions les plus importantes parmi celles qui s'agitent actuellement dans le domaine de la géologie et de la paléontologie.

NOTE

SUR UN

CRISTAL DE STIBINE

DE L'ILE DE SHIKOKU (JAPON)

PAR

M. Albert BRUN

La grande île de Shikoku a fourni ces derniers temps des cristaux de stibine remarquables par la richesse de leurs formes et leurs grandes dimensions. Quelques-uns même atteignent 20 centimètres de longueur et quelques centimètres de diamètre; ils sont en général brillants et bien formés. J'eus l'occasion de mesurer l'un de ces cristaux, et les formes observées sont assez curieuses pour m'engager à les publier.

Cet échantillon de stibine est à faces brillantes non striées, et allongé parallèlement à l'axe vertical.

Le cristal est terminé par un pointement où l'octaèdre (343) est prédominant. L'octaèdre (111) et ceux à symbole compliqué sont à faces très petites mais très nettes. Certaines faces de la zone horizontale sont recouvertes d'antimonocker, qui s'enlève du reste facilement par un léger frottement, et laisse à nu la surface brillante de la stibine.

Voici quelles sont les formes cristallines qui furent observées en combinaison pour le même cristal.

Les prismes (010) et (340). Les octaèdres (1.1.1.). (3.4.3.) . (4.4.5) . (9.9.10). et (15.20.16) formant 4 zones très exactes.

1re zone (010) (340).

2me zone (111) (343) (010).

3me zone (111) (445) (9.9.10).

4me zone (15.20.16) (343) (340).

Il est possible que les octaèdres (9.9.10) et (15.20.16), curieux par leurs symboles élevés, n'aient pas encore été observés.

Voici le tableau des angles mesurés sur ce cristal :

	Observés.	Calculés.
(010) (340)	—	36°55′
(111) (343)	7°58′	8°3′
(111) (010)	54°31′	54°36′
(111) $(1\bar{1}1)$	70°54′	70°48′
(343) $(3\bar{4}3)$	86°50′	86°54′
(010) (343)	46°33′	—
(111) (445)	6°2′	5°44′
(111) (9.9.10.)	2°50′	2°43′
(111) (001)	—	55°3′
(340) (343)	30°40′	—
(340) (15.20.16.)	32°20′	32°19′

d'où l'on déduit

$$a : b : c = 0{,}99839 : 1 : 1{,}01127.$$

Ces valeurs des paramètres sont différentes de celles

admises par M. P. Groth dans son Tabell. Ubers. der Einf. Mineralien (1874) et qui sont :

$$a : b : c = 0{,}9844 : 1 : 1{,}0110.$$

Mais ces dernières valeurs des axes donnent des différences trop fortes entre le calcul et l'observation pour persister à les accepter pour ce cas. — Les faces ont permis des mesures exactes sauf (445) qui est excessivement petit; aussi y a-t-il une notable différence entre les valeurs calculées et observées de son incidence sur (111).

Genève, janvier-avril 1884.

SUR UN
APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE
DESTINÉ A PRENDRE DES POSES D'ANIMAUX EN MOUVEMENT

PAR

M. Hermann FOL

L'emploi du bromure d'argent, émulsionné dans une couche de gélatine qui s'emploie à l'état sec, a fait faire à la photographie un progrès tellement immense, sous le rapport de la rapidité des poses et de la commodité de l'emploi, que l'on dut se mettre en quête d'appareils spéciaux destinés à permettre à l'opérateur de tirer parti du nouveau pouvoir dont il était armé. Il fallut d'abord construire des obturateurs mécaniques qui permissent de mesurer exactement une exposition ne dépassant pas une fraction de seconde. Le nombre des appareils de ce genre qui furent inventés dans l'espace de quelques années s'appelle légion. Nous n'entrerons point ici dans une description des principes sur lesquels ils reposent; encore moins discuterons-nous leurs mérites respectifs. Qu'il nous suffise de dire que l'un des meilleurs et des plus sûrs comme aussi des plus portatifs est celui que MM. Thury et Amey construisent à Genève. Petit, léger, rapide et

sûr, cet obturateur était tout désigné pour le but que je me proposais.

Dans les appareils photographiques usuels, l'objectif et la chambre sont uniques, d'où l'obligation de commencer par mettre au point sur l'objet qu'on désire photographier, d'enlever ensuite la glace dépolie et de la remplacer par un châssis qui contient la plaque sensible; puis de découvrir cette dernière après avoir bouché l'objectif et ce n'est qu'alors qu'on peut découvrir l'objectif et donner la pose. Il va sans dire que, s'il s'agit d'un animal en mouvement, il est parti depuis longtemps lorsque tout est enfin disposé pour obtenir son image sur la plaque sensible.

Cette difficulté a été tournée de trois manières. L'une consiste à employer des objectifs qui donnent une égale netteté pour des objets situés à des plans très différents et qui ne nécessitent pas de mise au point. Malheureusement ces objectifs-là ont toujours et forcément une très petite ouverture, peu de pouvoir lumineux et sont par conséquent impropres à la photographie très rapide. De plus, s'ils sont au point pour différents plans, ils ne sont exactement ajustés sur aucun; les images ne sont jamais parfaitement nettes; enfin ils ne donnent et ne peuvent jamais donner un dessin correct. Chacun de ces trois motifs suffirait à nous les faire rejeter.

La seconde manière de tourner la difficulté est celle qu'ont adoptée Muybridge et Marey. Elle consiste à établir son appareil d'avance, à le mettre au point sur un certain endroit, puis à faire passer l'animal dont on veut étudier les mouvements dans cet endroit et à donner la pose au moment où il passe. Le procédé est irréprochable et, entre les mains de l'éminent physiologiste, il a donné les

résultats les plus brillants. Son seul inconvénient est d'exiger une installation coûteuse, qui demande beaucoup de place, et puis de n'être applicable qu'aux animaux qu'on peut plier aux exigences de l'expérimentateur. L'on sera limité, dans la plupart des cas, aux animaux domestiques et les poses obtenues seront celles que prend un être très effrayé par la vue d'appareils étranges.

La troisième manière enfin est celle dont le principe a été inventé depuis longtemps et qui consiste à employer un appareil très portatif, formé de deux chambres symétriques et solidaires, avec une paire d'objectifs identiques dont l'un sert à la mise au point, l'autre à donner la pose. C'est le principe de la jumelle photographique inventée depuis fort longtemps en Angleterre, mais qui était, paraît-il, tombée dans l'oubli, car elle a été réinventée très récemment. Disons de suite que le second inventeur n'a pas eu beaucoup plus de succès que le premier, car si l'appareil doit être léger et portatif, il doit pourtant présenter des conditions de stabilité suffisantes pour ne pas exécuter pendant le temps si court de la pose un mouvement angulaire qui produise des images troubles; or c'est précisément ce qui arrive avec la jumelle photographique, à moins qu'on ne l'appuie sur un support et alors à quoi sert-il qu'elle soit maniable?

En outre, la plupart des appareils inventés jusqu'à ce jour, le fusil photographique de Marey, la jumelle photographique, le revolver photographique d'Enjalbert donnent des images excessivement petites qui n'ont guère que 1 à 2 centimètres de diamètre et atteignent à peine 4 centimètres pour la jumelle. L'image de l'objet n'occupant qu'une fraction de cette étendue est trop petite pour servir à quelque chose.

Mon appareil que je nommerai « le fusil photographique à répétition » a été imaginé et exécuté avant la publication des inventions de Marey et d'Enjalbert et me sert depuis plus de deux ans. Il s'épaule à la manière d'une carabine, ce qui lui donne une stabilité suffisante pour que les images soient parfaitement nettes. L'image, quoique n'utilisant que la partie centrale de ce que l'objectif peut couvrir, mesure 9 centimètres sur 12. L'appareil contient 11 plaques que l'on peut exposer successivement à de courts intervalles, sans autre manipulation que de remonter l'obturateur et d'incliner le tout alternativement dans deux sens. Enfin il se plie et se réduit à un volume commode pour le transport, bien que son poids, lorsqu'il contient 11 plaques, ne soit pas absolument négligeable.

Voici quelques détails sur sa construction : les objectifs sont des antiplanets de Steinheil à Munich de 2 $^1/_2$ centimètres de diamètre, de 14 $^1/_2$ centimètres de foyer et capables de couvrir une plaque de 32 centimètres de côté. Leur puissance lumineuse est considérable.

L'obturateur est à ressort, à déclanchement pneumatique et se compose de deux plaques métalliques, percées chacune d'un trou et qui passent en sens inverse entre les deux systèmes de lentilles de l'objectif, à l'endroit où se place ordinairement le diaphragme. Il donne des temps de pose que l'on peut faire varier à volonté de $^1/_{80}$ à $^1/_{120}$ de seconde.

La chambre se compose d'un soufflet (Pl. IV, fig. 1, *ss*) divisé d'une manière complète en deux espaces par une cloison (Fig. 1, *S*) à l'épreuve de la lumière. J'ai dû confectionner ce soufflet moi-même, car on n'en trouve pas dans le commerce. Des bandes de carton, une épaisseur

de taffetas de soie noire et une peau de gant noire sont les matériaux qui ont servi à sa construction.

La moitié gauche du soufflet (Fig. 1, *sg*) forme une chambre destinée à permettre à l'objectif de gauche (*o*) de former une image sur le verre dépoli (*gl*). Le soufflet de droite (*s d*) circonscrit l'espace dans lequel l'objectif qui porte l'obturateur (*ob*) forme une image, pareille à la précédente, sur une plaque sensible contenue dans la boîte (*B*).

Une planchette frontale (*fr*) porte les deux objectifs et soutient la partie antérieure du soufflet. Un cadre large (*c*) porte le verre dépoli et la boîte aux plaques, en même temps qu'il sert de point d'attache postérieur au soufflet. L'ajustement se fait en écartant ou rapprochant, par un mécanisme que nous aurons à décrire, la partie frontale (*fr*) du cadre (*c*).

La boîte aux plaques est assez spacieuse pour contenir douze plaques en deux piles de six chacune. Chaque plaque est fixée dans un petit cadre en bois et garnie au dos d'une tôle très mince qui intercepte la lumière entre chaque plaque et la suivante. Les deux piles de cadres sont séparées l'une de l'autre par une cloison incomplète, laissant assez de place de part et d'autre pour permettre à l'un des cadres de glisser d'une pile sur l'autre. Si maintenant cette boîte à 12 châssis est garnie seulement avec 11, il reste une place vide et il sera toujours possible, en inclinant la boîte, de faire glisser le onzième cadre d'une pile sur l'autre. Lorsqu'une plaque a été exposée, il suffit donc de redresser l'appareil, puis de l'incliner vers la droite pour que la plaque exposée passe dans le compartiment de droite. Si maintenant on tourne l'appareil de façon que les objectifs regardent la terre et l'incline en-

suite vers la gauche, l'une des plaques de droite viendra compléter à nouveau la pile de gauche. Avant chaque exposition, il convient de serrer un peu la vis (*v*) pour appliquer le cadre le plus antérieur contre le rebord de la boîte et l'amener à une distance de l'objectif parfaitement pareille à celle de la glace dépolie. En répétant les mêmes mouvements, on exposera successivement les 11 plaques sans qu'aucune confusion ni interversion soit possible, sans avoir ni à ouvrir la boîte, ni à laisser pénétrer la la lumière autrement qu'à l'instant même de la pose.

Les poses terminées, une plaque métallique est poussée et vient séparer l'intérieur de la boîte à plaques de la chambre de droite. La boîte étant maintenant close de toutes parts peut être enlevée et rentrer entièrement dans le cadre (*c*), qu'une petite porte mobile à droite achève de fermer. La pièce frontale étant maintenant appliquée contre le cadre, l'appareil tout entier se réduit à une boîte de 13 centimètres sur 16 et sur 24 centimètres. Rien ne s'opposerait, naturellement, à ce que l'on se munit de deux ou trois boîtes à plaques, semblables à celle que j'ai décrite, ce qui porterait à 22 ou à 33 le nombre des clichés disponibles.

La mise au point est effectuée par deux cadres métalliques à crémaillères (Pl. IV, fig. 2) qui se trouvent dessous l'appareil et dont l'un porte la pièce frontale (*ci*) tandis que l'autre (*cs*) glisse dans une rainure du cadre. Les deux cadres sont mis en mouvement l'un sur l'autre par un bouton latéral (P) terminant une tige qui porte deux cylindres cannelés (*p*); les cannelures s'engagent dans une crémaillère des pièces latérales du cadre métallique *ci*. Le cadre *cs* est mis en mouvement par une roue horizontale R, à axe vertical, terminé en bas par une pomme

qu'on tient dans la main gauche et qui sert à supporter l'appareil comme dans le tir avec les anciennes carabines de stand. Il suffit de tourner légèrement la paume de cette main gauche dans un sens ou dans l'autre pour amener, par l'intermédiaire de la grande roue (R, fig. 2), un mouvement rapide du cadre *cs* et conséquemment de toute la planchette frontale et des objectifs. Une petite roue dentée (*r*) sert à transmettre le mouvement de la grande roue au côté opposé du cadre et à lui assurer un mouvement de glissement parallèle et dépourvu de tout déplacement latéral.

Pendant l'usage, l'appareil est porté sur un affût (Pl. IV, fig 3) en forme de bois de fusil, mais composé de quatre lattes, mobiles à l'aide de charnières, qui permettent de le replier entièrement sur lui-même. La partie antérieure renferme un tube cylindrique (Fig. 3, *t*), dans lequel glisse un piston (*pi*), repoussé par un ressort à boudin (*sp*). En se détendant, ce ressort chasse brusquement le piston en avant et produit une compression de l'air du tube, compression qui se transmet, par le tuyau de caoutchouc (*ca*), à l'obturateur et détermine son déclanchement. Pour tendre le ressort il suffit de tirer en arrière la pièce (*ch*), jusqu'à ce qu'elle vienne s'accrocher à la gâchette (*g*). Une pression du doigt sur cette dernière suffit alors à faire partir immédiatement l'obturateur. Cet appareil, sauf le soufflet et l'obturateur, a été exécuté avec beaucoup d'intelligence et de perfection sur mes dessins et mes indications par l'Atelier pour la construction d'Instruments de Physique à Plainpalais. Qu'il me soit permis de remercier ici M. Ebersberger pour la complaisance et le zèle qu'il a apportés à surmonter les difficultés assez nombreuses de cet agencement un peu compliqué.

La manière de se servir de l'appareil est simple. La boîte aux plaques étant mise en place, l'obturateur remonté, la crosse épaulée, le ressort tendu, il suffit de tourner l'appareil vers l'objet à photographier et d'en examiner l'image sur la plaque dépolie. Un léger mouvement de la main gauche suffit à achever et à maintenir la mise au point, tandis que l'index de la main droite détermine la pose au moment opportun. Il suffit alors d'incliner successivement l'appareil dans deux sens, pour faire succéder une autre plaque sensible à celle qui vient d'être impressionnée et, les détentes étant remontées, on peut procéder à la pose suivante.

Avec les plaques actuellement dans le commerce, on obtient en plein air, par un beau temps, en été et au milieu du jour, des clichés bien détaillés et excellents. Dans d'autres circonstances les poses si rapides sont insuffisantes pour impressionner la plaque au point voulu pour un *bon* cliché.

La supériorité très grande de cet instrument sur tous les appareils portatifs qui ont été proposés jusqu'à ce jour est trop évidente pour que je m'attache à la faire ressortir. Le seul point sur lequel je désire insister c'est la valeur scientifique des résultats qu'il peut fournir, comparée à celle des appareils à poste fixe de Muybridge et de Marey. Pour la solution des questions que soulève le mécanisme des mouvements des animaux, le vol des pigeons, les allures des quadrupèdes domestiques et de l'homme, il est incontestable que l'ensemble des appareils et des installations de Muybridge et de Marey peuvent donner des documents plus précieux et infiniment plus complets. Les séries de poses que prend un animal dans une certaine allure, toutes photographiées à des intervalles très

rapprochés sur une seule et même plaque sont évidemment plus instructives que les photographies isolées que mon appareil me permet de prendre. Mais d'un autre côté, la méthode de Marey se trouve, par sa nature même, limitée aux animaux qu'il est possible de faire passer devant son objectif exactement de profil et à une distance déterminée d'avance, tandis que je puis inscrire sur ma plaque toute attitude qui peut s'observer dans des conditions où l'on pourrait tirer un coup de fusil. Mon appareil est d'une application beaucoup plus générale.

Mon procédé me semble donc fournir un complément utile aux résultats de Muybridge et de Marey. Pour en donner la preuve, il me suffira de citer les clichés qu'il m'a été possible de prendre pendant deux ou trois promenades faites avec mon fusil à répétition :

Un pigeon qui part de son pigeonnier, au moment où il se lance dans les airs — un pigeon qui arrive et va se poser — des mouettes qui s'arrêtent dans leur vol ou qui plongent sur une proie — un chien dans des attitudes d'équilibre sur trois jambes, ou qui se gratte — coqs et poules dans des postures qu'il serait difficile de leur faire prendre sur commande — petites filles sautant à la corde et petits garçons jouant à saute-mouton sans se douter qu'on est en train de les photographier — oiseaux sauvages dans diverses attitudes, etc., etc.

Il est à regretter que d'autres occupations ne m'aient pas permis de continuer à augmenter cette collection de représentations graphiques, car je suis persuadé que la physiologie de la locomotion et de l'équilibre y pourrait puiser un monde de renseignements qui ne feraient pas double emploi avec ceux de Muybridge et Marey et ne

manqueraient pas de nous révéler beaucoup de faits nouveaux, inaccessibles à tout autre mode d'analyse.

C'est à ce point de vue que l'appareil que j'ai combiné et construit me paraît mériter de prendre place dans l'arsenal des instruments scientifiques, et que je voudrais voir continuer par d'autres la récolte que j'ai dû moi-même interrompre, de documents dont la valeur est incontestable.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

J. HOLM. DÉRIVÉS DU FLUORÈNE. (*Berichte*, XVI, p. 1081. Genève.)

En oxydant le dibromfluorène on obtient la dibromdiphénylènekétone $C_{12}H_6Br_2CO$ aiguilles fusibles à 142°,5, mais si l'on emploie un excès d'acide chronique on obtient un isomère fusible à 197°. Tous deux d'ailleurs réduits par le phosphore et l'acide iodhydrique donnent le même dibromfluorène.

La kétone fusible à 197°, fondue avec de la potasse donne l'acide dibromphénylbenzoïque aiguilles fusibles à 212°.

Le tribromfluorène oxydé fournit aussi de la dibromfluorènekétone fusible à 197°. Le troisième atome de brome se trouve donc dans le groupe méthylène.

Le trichlorfluorène obtenu par un courant de chlore dans une dissolution de fluorène dans le sulfure de carbone, forme de petites feuilles fusibles à 147°.

M. CÉRÉSOLE. ACIDE VIOLURIQUE. (*Berichte*, XVI, p. 1133. Zurich.)

L'auteur a fait la synthèse de l'acide violurique en traitant de l'alloxane par le chlorhydrate d'hydroxylamine, cet acide est donc un composé isonitrosé ayant la constitution :

```
       NH — CO
      /       \
    CO         C = NOH
      \       /
       NH — CO
```

et jusqu'à présent c'est le seul qu'on puisse oxyder sans décomposition, il donne l'acide dilituriqae, le groupe $C=NOH$ devient probablement d'abord :

```
      H                H
     /                /
    C          puis  C
     \  /OH           \  /O
      N                N   >
        \OH              \O
```

Fr. Pfaff. Un nouvel homologue de la résorcine. (*Berichte*, XVI, p. 1135. Zurich.)

L'éther méthylique du mononitroxylenol est assez soluble dans l'eau et cristallise de l'alcool sous forme d'aiguilles fusibles à 56° — 57°.

L'amidoxylenol fond à 161° et son chlorhydrate traité par le nitrite de soude donne la xylorcine $C_6H_2\begin{matrix}(CH_3)_2\\(OH)_2\end{matrix}$ homologue de la résorcine, elle forme des cristaux sublimables fusibles vers 125° et solubles dans l'eau; son éther diacétique bout à 285°—287° et cristallise de l'alcool sous forme de prismes transparents fusibles à 45°. La xylorcine traitée par l'acide sulfurique et l'anhydride phtalique donne une substance soluble avec fluorescence dans les alcalis, mais elle donne aussi la même substance sans adjonction d'anhydride phtalique.

R. Meyer et H. Kreis. Observations sur les corps oxyazotés. (*Berichte*, XVI, p. 1329. Coire.)

La benzolazoresorcine $C_6H_5N_2C_6H_3(OH)_2$ purifiée au moyen de son sel ammoniacal qui n'est stable qu'en dissolution, fond à 165°; réduite au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique concentré on obtient du chlorure double d'aniline et d'étain, ainsi que de l'amidoresorcine.

Meyer et Kreis ont voulu vérifier si réellement le groupe azo des corps diazotés ne pouvait entrer en combinaison

avec des phénols que lorsque dans ces derniers la place était libre et ils ont reconnu qu'il se formait bien des combinaisons, par exemple entre l'acide paradiazobenzolsulfurique et le paranitrophénol ou la résorcine, mais ils n'ont pas réussi à les identifier.

V. Meyer. Thiophène. (*Berichte*, XVI, p. 1465, 1625, 2968.) — V. Meyer et Kreis. (*Berichte*, XVI, p. 2172.) — V. Meyer et Sandmeyer. (*Berichte*, XVI, 2176. Zurich.)

V. Meyer a retiré du benzol une substance C_4H_4S qu'il nomme Thiophène [1]; on l'extrait au moyen de l'acide sulfurique concentré, on prépare le sel de plomb qu'on distille avec du chlorhydrate d'ammoniaque. Le benzol en renferme environ 0,5 %, c'est une huile ressemblant beaucoup au benzol, bouillant à 84°, et donnant en présence d'acide sulfurique et d'isatine ou d'acide phenylgyoxylique ou de cyanure de benzoyl, etc., les réactions colorées caractéristiques qui jusqu'alors étaient attribuées au benzol. De même le toluène ajouté à une dissolution de phenanthrènequinone dans l'acide acétique et additionné d'acide sulfurique donne après précipitation par l'eau une substance colorante violette; le toluène pur ne donne pas cette réaction qui provient d'un méthylthiophène.

Le dibromthiophène $C_4H_2Br_2S$ bout à 211°, le dérivé monobromé à 150°, et tous deux ressemblent énormément aux dérivés bromés du benzol. Le thiophène lui-même est très stable vis-à-vis des alcalis et du sodium, l'acide sulfurique le décompose rapidement, l'acide nitrique l'oxyde avec violence. Le tétrabromthiophène bout à 326° et cristallise sous forme de longues aiguilles brillantes fusibles à 112°. L'acide sulphothiophène est cristallin très hygroscopique, son chlorure est une huile assez stable; la thiophène sulfamide fond à 141° et ressemble énormément à la benzolsulfamide; le thiophènenitrile obtenu en distillant l'acide sulfoconjugué avec du cyanure de potassium, est une huile

[1] *Archives*, X, 321.

ayant l'odeur d'amendes amères, il bout vers 190°. L'acide thiophénique obtenu de ce nitrile ressemble absolument à l'acide benzoïque, il fond à 118°, bout vers 258°, sublime de la même manière; le sel de chaux cristallise avec 2 $^3/_4$ équivalents d'eau, ce qui donne pour sa formule:

$$4(C_4H_3SCO_2)_2Ca + 11\ H_2O.$$

Meyer et Sandmeyer ont réussi à obtenir synthétiquement le thiophène en faisant passer de l'éthylène ou de l'acétylène dans du soufre en ébullition, il se forme du sulfure de carbone qui renferme un peu de thiophène.

L'étude des dérivés du thiophène qui se poursuit dans le laboratoire de M. Meyer a déjà conduit aux résultats suivants. Le thiophène se combine au chloral et donne:

$$\begin{array}{l} CCl_3 \\ | \quad \diagup C_4H_3S \\ CH \\ \quad\ \ \diagdown C_4H_3S \end{array}$$

avec le bromal et le méthylal on obtient des corps analogues; tous les dérivés du thiophène chauffés avec de l'acide sulfurique et de l'isatine donnent la réaction bleue caractéristique.

Avec le chloraluminium et des chlorures aromatiques on obtient des kétones:

$$R - CO - C_4H_3S$$

qui eux-mêmes avec l'hydroxylamine donnent des composés isonitrosés.

Le méthylthiophène n'a pas encore été isolé, mais son dérivé bibromé bout vers 228°, le xylène et le cumène renferment aussi des homologues supérieurs du thiophène qui n'ont pas encore été isolés. Le thiophène est la substance mère d'une série de matières colorantes. Ainsi avec l'acide phenylglyoxylique on obtient une substance

$$C_6H_5CO - COOH + C_4H_4S = H_2O + C_{12}H_8SO_2$$

qui se dissout dans le chloroforme avec une belle couleur rouge cramoisi ; avec la phénanthrènequinone et le méthylthiophène brut on obtient une substance violette $C_{19}H_{12}SO$, cette même quinone avec le thiophène donne une substance colorante verte soluble dans le chloroforme ; en général le thiophène paraît donner une matière colorante avec les doubles kétones renfermant CO — CO et n'en pas donner avec les kétones simples, il en donne aussi avec les aldéhydes.

Un benzol impur renfermant des bases et du pyrrol ayant donné à Meyer une substance d'un bleu d'indigo, lorsqu'il était traité par une dissolution aqueuse d'isatine et de l'acide sulfurique dilué, lui donna l'idée d'essayer cette réaction avec le pyrrol ; il obtint en effet la quantité presque théorique d'une matière colorante soluble dans l'acide acétique avec une couleur bleu intense. Le pyrrol montre presque toutes les mêmes réactions colorées que le thiophène, ils ont probablement des formules analogues :

```
  CH — CH              CH — CH
 //      \\           //      \\
CH        CH         CH        CH
  \      /             \      /
     O                    NH
 furfuran.              pyrrol.

  CH — CH              CH — CH
 //      \\           //      \\
CH        CH         CH        CH
  \      /             \      /
     S                 CH = CH
 thiophène.             benzol.
```

H. Goldschmidt et V. Meyer. Benzile. (*Berichte*, XVI, p. 1616. Zurich.)

Meyer n'avait obtenu par l'action de l'hydroxylamine sur le benzile que le remplacement d'un O par le groupe NOH tandis que la formule $C_6H_5 — CO — CO — C_6H_5$ semblait indi-

quer que deux oxygènes devaient être remplacés ; en traitant le benzile non plus par l'hydroxylamine libre, mais par son chlorhydrate on obtient le remplacement des 2 O. L'acide diphénylacétoxymique (diphénylglyoxime) $C_{14}H_{12}N_2O_2$ forme de petites feuilles incolores fusibles vers 237°, peu solubles dans l'alcool et l'éther à froid.

Ad. Müller. Acides isonitrosiques. (*Berichte*, XVI, p. 1617. Zurich.)

L'acide lévulinique traité par l'hydroxylamine en dissolution alcaline donne l'acide γ isonitrovalérianique fusible vers 95°, très soluble dans l'eau, monobasique, son éther éthylique possède une odeur agréable, il est insoluble dans l'eau.

L'acide phénylglyoxylique traité par l'hydroxylamine donne l'acide isonitrosophénylacétique fusible vers 127° monobasique, celui-ci réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique donne surtout de l'acide phénylamidoacétique

$$C_6H_5 - CHNH_2 - COOH$$

fusible à 255°.

Le cyanure de benzoyl et l'hydroxylamine donnent l'acide dibenzhydroxamique fusible à 153° ; le même acide avait déjà été obtenu avec le chlorure de benzoyl.

K. Heumann et P. Köchlin. Chlorure de thionyl. (*Berichte*, XVI, p. 1625. Zurich.)

Le chlorure de thionyl $SOCl_2$ est un chlorurant assez énergique : ainsi avec l'antimoine il donne le trichlorure ; avec le mercurodiphényl on obtient la quantité théorique du dérivé monochloré ; avec le mercurodinaphtyl, on obtient de la β chlornaphtaline et du chlorure de mercure ; enfin il chlore les acides butirique, benzoïque, etc. A 154° sa densité de vapeurs est normale, mais à 440° il se dissocie en chlorure de soufre, chlore et acide sulfureux.

ZOOLOGIE

FRANCIS-M. BALFOUR. TRAITÉ D'EMBRYOLOGIE ET D'ORGANOGÉNIE COMPARÉES, trad. et annoté par H.-A. Robin. Paris, J.-B. Baillière et fils. Tome I, 1883.

Depuis que les travaux de K.-E. von Baer ont ouvert un chemin nouveau à l'embryologie, cette science s'est vu enrichir d'une quantité considérable de matériaux. Les recherches ont afflué donnant naissance à de nombreuses théories qui n'ont pas toujours été émises avec toute la prudence désirable. Il fallait quelqu'un pour coordonner ces faits, pour les contrôler et pour en mettre les résultats à la portée de tous. Nul n'était mieux qualifié pour entreprendre cet ouvrage qu'un homme comme Balfour, déjà connu par plusieurs travaux importants. Le *Traité d'embryologie comparée* prit rang, dès son apparition, parmi les œuvres classiques et fut immédiatement traduit en allemand.

M. le Dr H.-A. Robin, préparateur d'anatomie et de physiologie à la faculté des sciences de Paris, s'est chargé d'en faire la traduction française. Le tome I a déjà paru et forme un beau volume de 560 pages, qui fait honneur à ses éditeurs MM. J.-B. Baillière et fils. Il renferme de nombreuses figures intercalées dans le texte et gravées avec soin. M. le Dr Robin a su se mettre à la hauteur de sa tâche difficile et, depuis le triste accident qui a enlevé Balfour dans la force de l'âge, il a augmenté le Traité de nombreuses notes relatives aux découvertes les plus récentes. Le premier volume de la traduction française contient, en outre, plusieurs additions et changements qui sont dus à l'auteur même. Balfour ne s'est pas borné à faire un Traité résumant les observations acquises par la science, mais chacun de ses chapitres, pour ainsi dire, renferme les résultats de ses propres recherches. Plusieurs parties de cet ouvrage ont acquis une importance très grande, grâce aux vues élevées qui y sont développées. Tels sont en particulier les chapitres relatifs à la forme ancestrale des vertébrés, à l'origine et au mode de développement des feuillets germinatifs. En somme, le *Traité*

d'embryologie comparée est un ouvrage capital qui doit figurer dans toutes les bibliothèques scientifiques. Nous adressons nos remercîments au traducteur et aux éditeurs pour l'heureuse idée qu'ils ont eue d'entreprendre ce travail, et nous ne leur adressons qu'un vœu, c'est que le second volume ne se fasse pas trop attendre, et qu'il soit à la hauteur du précédent. M. B.

BOTANIQUE

Dr H. Christ, La flore de Suisse et ses origines. Traduction de l'allemand, revue par l'auteur. Un fort volume in-8°, avec cinq cartes coloriées et quatre illustrations. 1883. Chez Georg, à Genève et Bâle.

Dans les pays de langue française beaucoup de personnes peuvent consulter un livre allemand sur un point spécial, sans pouvoir le lire avec facilité et plaisir. C'est cependant un ouvrage à lire d'un bout à l'autre que celui de M. le docteur Christ sur la flore de Suisse, et nous regardons comme une bonne fortune pour les lecteurs français et même italiens ou anglais, qu'on en ait publié une traduction très exacte [1]. Le travail du savant botaniste bâlois contient une foule de détails. Cependant il est si bien rédigé, chaque chose est si bien à sa place, et il y a des résumés si clairs qu'on n'est jamais fatigué en le lisant. Ce n'est pas une énumération d'espèces selon les régions ou les localités, comme on en voit souvent à la tête des flores ; ce n'est pas non plus un tableau général, littéraire plutôt que scientifique ; mais les détails et les généralités y sont distribués d'une manière judicieuse qui laisse une idée nette de chaque sujet.

Il y avait cependant de grandes difficultés à surmonter dans la flore d'un pays aussi varié que la Suisse. Les distinctions ordinaires de régions des plaines, des forêts et des Alpes ne suffisaient pas. Il fallait subdiviser, sans se perdre

[1] Elle a été faite par M. E. Thièle.

dans des considérations trop locales. L'auteur distingue, en ce qui concerne la région inférieure, celle des lacs d'Italie, du bassin du Rhône, de la grande vallée voisine du Jura, des lacs au nord des Alpes, qui reçoivent les vents chauds appelés *Föhn*, et de la vallée du Rhin. Pour la région des forêts il distingue les pays à essences feuillées et ceux à forêts de conifères. La région alpine est divisée géographiquement en Alpes du Valais, du Tessin, des Grisons, du centre et des basses montagnes méridionales. Un article spécial concerne le Jura. Chacune de ces régions est elle-même subdivisée, pour pouvoir exposer les conditions de leur climat et les spécialités botaniques qui les caractérisent.

Les climats sont indiqués par des moyennes mensuelles de pluie et de température, procédé inférieur, pour la température, à celui des sommes, car que signifie, par exemple, qu'une moyenne d'avril ait été de 13°, si les températures propices à la végétation ont été dissimulées en retranchant des degrés inférieurs pendant lesquels aucune plante ne végète? Il y a, surtout dans les hautes Alpes, des mois pendant lesquels la moyenne est au-dessous de 0°, et où des plantes végètent, grâce à des moments de chaleur et de soleil. Pour aller au-devant de cette critique, l'auteur a eu la bonne idée de mentionner avec soin les cultures, qui sont de bonnes indications des climats. Il pousse l'attention jusqu'à citer la qualité des vins dans les localités viticoles. Une carte spéciale montre la distribution des vignes à raisin rouge ou blanc. Les espèces spontanées jouent cependant le rôle principal dans l'ouvrage, comme cela devait être, et il est bon de remarquer que l'auteur a herborisé dans toute la Suisse, depuis plus de trente ans, de sorte qu'il peut dire de chaque espèce ou localité : j'ai vu, j'ai constaté. Ses remarques sur la flore des vallées atteintes par le fœhn sont très intéressantes. On voit l'influence particulière de cette cause sur l'introduction et la conservation au nord des Alpes d'espèces rares, d'origine méridionale.

Une citation montrera de quelle manière l'auteur fait comprendre l'aspect et la flore des diverses régions et sous-régions. Après avoir mentionné, par exemple, pour la région du Tessin, une température plus chaude que dans aucune

localité au nord des Alpes, et une humidité plus grande qu'en Italie, à cause des lacs et du voisinage des montagnes, il rappelle l'enthousiasme que beaucoup de voyageurs ont exprimé en parcourant ce beau pays. « A la magnificence de la végétation, à la majesté des montagnes, à la sérénité des lacs, vient s'ajouter la transparence d'un ciel qui prête à ce coin de terre déjà si privilégié une magie de tons qui ne se voit nulle part ailleurs. Le secret de cette beauté gît dans le concours intime d'un soleil méridional, d'un ciel transparent et d'une abondante humidité. Ces influences se font sentir jusque dans la région montagneuse. Je me souviendrai toujours avec bonheur d'un coucher du soleil, qui, après un orage impétueux, illuminait les hauteurs abruptes et dénudées de la haute Maggia et leur prêtait des teintes éclatantes d'un rouge flamboyant et pourtant si transparentes que les montagnes elles-mêmes étaient comme diaphanes... Dans quelle autre partie de l'Italie trouvons-nous, dans une aussi parfaite harmonie, de vastes surfaces d'eau, des forêts profondes et de hautes montagnes, le tout exposé à un chaud soleil ?

« Entre Ponte Brolla et l'entrée du Val Versasca, sur les couches de gneiss et les débris des rochers, nous abordons la seule contrée suisse où la flore puisse se comparer à celle des mâquis ou garrigues de la zone méditerranéenne. Les cistes donnent le ton. Le *Cistus salvifolius* couvre les pentes de ses feuilles grisâtres, qui, en mai, font le plus grand contraste avec ses fleurs d'un blanc de lait... En examinant de près les plantes qui accompagnent le ciste sur les rochers de Solduno, nous sommes étonnés de trouver réunis sur le même espace des types appartenant d'ordinaire à des groupes de plantes toutes différentes, des espèces dont aucun géographe botaniste n'aurait soupçonné l'existence côte à côte. Tout près des cistes, de l'*Heteropogon Allionii*, du *Pollinia Gryllus*, du figuier sauvage et du micocoulier (*Celtis australis*) nous trouvons partout cramponnées aux roches brillantes du gneiss les vigoureuses rosettes du *Saxifraga cotyledon* et du *Sempervivum tectorum;* plus loin l'*Asplenium septentrionales*, fougère boréale, a pris pied dans les lézardes, la verne (*Alnus Viridis*) ombrage la charmante

fougère connue sous le nom de cheveux de Vénus, véritable espèce du midi. Dans la gorge au nord de la Madonne del Sasso, où l'agave orne les rochers, où le plaqueminier (*Diospyros Lotus*) croît spontanément en arbre, nous cueillons les *Calamintha grandiflora* et *nepetoides*, le *Campanula spicata*, le myrtille commun et le *Rhododendron ferrugineum*, appelé *giup* par les Tessinois. Toutes ces plantes se trouvent à peine à cent mètres au-dessus du lac Majeur... Cette fusion de l'élément méridional et de l'élément alpin est favorisée par le fait que les pentes des montagnes descendent rapidement des cimes les plus élevées au niveau des lacs. Le rhododendron n'a qu'un court voyage à faire pour passer de la crête de la Punta de Tros, située à 1866 mètres à la gorge d'Osselina, à 300 mètres, et les eaux qui descendent des cimes rafraîchissent en même temps les plantes alpines et celles des régions inférieures »... L'auteur énumère vingt-huit espèces propres aux Alpes méridionales, après avoir indiqué les espèces du midi connues ailleurs. C'est dans ce mélange d'informations botaniques et de vues générales que se trouve essentiellement le mérite du livre.

La place nous manque pour suivre l'auteur dans ses considérations sur l'origine des plantes de Suisse. Il serait intéressant de les comparer avec celles de M. Engler et du marquis de Saporta, publiées depuis peu. L'invasion successive des espèces méridionales est indiquée aussi bien qu'on peut la supposer. Je n'ai rien vu dans les opinions de l'auteur qui fut contraire à ce que j'ai énoncé lors du congrès de Florence [1] sur l'effet probable du retrait successif des glaciers à la fin de l'époque glaciaire, mais il est clair que dans ces questions autre chose est d'indiquer une cause ou de savoir sur quelles espèces la cause a probablement agi. Ce sont des faits anciens, sur lesquels on n'aura jamais que des conjectures, à moins du hasard de quelque découverte de plantes fossiles des temps quaternaires.

Alph. de CANDOLLE.

[1] Actes du Congrès botanique de Florence, en 1874.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 17 avril 1884.

Marignac. Proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône. — J.-L. Prevost, H. Fol, Gosse. Discussion à propos du mémoire de M. Marignac. — J. Brun. Végétations pélagiques et microscopiques du lac. — Colladon. Ancien niveau du lac. — R. Pictet. Pseudomorphose de calcite en quartz. — Gosse. Argile profonde du lit de l'Arve.

M. le prof. Chaix, président, se fait l'interprète de la douloureuse émotion causée dans la Société de physique par la mort de M. J.-B. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Paris. M. Dumas était le plus ancien membre de la Société de physique, dont il faisait partie depuis 1821.

M. le prof. Marignac lit un mémoire sur la proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône à sa sortie du lac et sur ses variations. Il a employé pour cette détermination la méthode la plus usitée, celle qui est fondée sur la décoloration du permanganate de potasse par les matières organiques, et dans laquelle on admet qu'une partie de ce sel détruite correspond à cinq parties de matière organique.

Il a d'abord constaté par un grand nombre d'essais comparatifs exécutés sur l'eau du lac prise avant son entrée dans le port, sur l'eau aspirée par la machine hydraulique et recueillie dans le bâtiment de la machine, sur l'eau prise à sa sortie des conduites de la ville et enfin sur celle qui a séjourné dans le réservoir de sa maison, que la proportion

de matière organique va constamment en diminuant. Dans le premier trajet toutefois cette diminution n'est probablement qu'apparente et due à la différence des profondeurs auxquelles l'eau est puisée. Ces différences d'ailleurs sont minimes, ne dépassant pas en général les erreurs possibles d'observation, et ne peuvent être constatées que par la moyenne d'un grand nombre d'essais. Il les a observées en toute saison et par des différences considérables dans la hauteur du lac.

Ce premier résultat lui a permis de prolonger ses essais pendant plus de deux ans, en se bornant à les faire porter sur l'eau fournie par les conduites de la ville, avec la certitude que les variations ainsi observées ne pouvaient être attribuées qu'à des causes générales et non à des causes spéciales résultant de l'emplacement de la prise d'eau ou de sa circulation.

Il conclut de cette série d'observations que :

La proportion de matière organique ne varie pas d'une manière régulière avec les époques de l'année; dans les années 1882 et 1883, c'est le même mois d'octobre qui a donné d'abord le minimum et l'année suivante le maximum de matière organique.

La quantité de permanganate de potasse décolorée par 1 litre d'eau a varié entre 0^{mg},42 et 1,83. Les moyennes mensuelles ont varié entre 0,71 et 1,67. La moyenne générale est 1,11.

Des variations importantes et prolongées dans la proportion de matière organique paraissent n'être en rapport direct qu'avec la hauteur des eaux. Mais elles peuvent se produire en deux sens opposés.

Si le lac s'élève par suite de la fonte des glaciers, l'eau devient plus pure. En effet, l'eau du Rhône arrivant alors froide dans le lac en gagne immédiatement la profondeur et soulève les couches moyennes dont l'eau s'est épurée par un long repos et par l'oxydation déterminée par l'air qu'elle tient en dissolution.

Si au contraire l'exhaussement est produit par des pluies abondantes, ces eaux pluviales chargées de matières organi-

ques restent en grande partie à la surface et altèrent ainsi la pureté de l'eau qui sort du lac. Ce cas peut se présenter en été aussi bien qu'en hiver.

Des variations, quelquefois considérables, mais de très courte durée, peuvent être produites, soit par des pluies très abondantes mais passagères, soit par des vents très violents. Comme on pouvait le prévoir, cette dernière action se manifeste d'autant plus que les eaux sont plus basses. Ces deux causes donnent lieu naturellement à une augmentation de la matière organique.

Il n'a trouvé dans ces essais aucune preuve positive d'une influence exercée par la direction des vents ou par la température.

M. le Dr Prevost fait observer que le mémoire si complet et si remarquable de M. de Marignac peut contribuer à démontrer que la plus ou moins grande proportion de matières organiques ne peut pas être prise, comme on le croyait autrefois, comme un criterium de la salubrité d'une eau potable relativement aux maladies infectieuses. Une eau chargée de matières organiques peut ne pas causer d'accidents jusqu'au moment où des germes infectieux viennent accidentellement s'y ajouter.

Malheureusement la science n'est pas encore capable, selon lui, de déterminer d'une manière précise la nature de ces germes, ni même leur présence.

M. Prevost rappelle à ce sujet l'observation intéressante que M. le Dr Pasteur publia il y a quelques années dans la *Revue médicale de la Suisse romande* (1881). Un puits situé dans le village du Petit-Saconnex avait été dès longtemps reconnu comme chargé de matières organiques et ne causait aucun accident, jusqu'au jour où un des habitants de la localité revint d'Aix-les-Bains, atteint d'une fièvre typhoïde. Les linges du malade furent lavés dans le bassin de la pompe en question, les eaux s'en écoulaient en partie dans le puits qui fut ainsi infecté et six cas de fièvre typhoïde prirent naissance. Cette épidémie localisée cessa grâce à la condamnation immédiate de la pompe qui en avait été la cause.

L'épidémie de fièvre typhoïde qui vient de sévir à Genève doit être attribuée selon toute vraisemblance, d'après M. Prevost, aux eaux du Rhône distribuées par la machine hydraulique ; en effet les statistiques de M. le prof. Dunant semblent démontrer la localisation de l'épidémie dans les parties de la ville et de la banlieue qui reçoivent l'eau de la machine hydraulique, *sans prédominance notable d'un quartier sur l'autre.* Les parties de notre canton qui sont alimentées soit par l'eau puisée par la machine de Saint-Jean, soit par les eaux d'Arve en ont été jusqu'à présent presque indemnes.

M. Prevost se demande si les réservoirs du bois de la Bâtie n'ont pas joué un rôle important dans la production de cette épidémie, d'une part l'eau y séjourne dans un état de stagnation plus ou moins complet qui peut favoriser le développement des germes, d'autre part si de l'eau accidentellement contaminée est aspirée par la machine, cette eau au lieu de s'écouler rapidement par les fontaines publiques s'accumule dans le réservoir et peut y entretenir l'infection pendant un temps plus ou moins long.

M. Prevost est tenté d'admettre cette hypothèse, car lorsqu'il était médecin de l'Hôpital cantonal, à un moment où ces réservoirs n'existaient pas, il eut plusieurs fois l'occasion d'observer des épidémies de fièvre typhoïde localisées, et atteignant les gens qui buvaient l'eau de certains puits de la ville ou de la banlieue; tandis que les cas contractés par ceux qui usaient de l'eau du Rhône comme boisson, lui parurent au contraire exceptionnels.

M. Prevost rappelle que la ville de Munich, où la fièvre typhoïde était jadis endémique, en est actuellement presque complètement délivrée depuis le jour où cette ville a modifié l'origine de ses eaux potables.

M. le prof. H. Fol pense qu'une détermination, aussi soigneuse que celle qu'a faite M. Marignac, de la proportion de matières organiques contenues dans l'eau est un renseignement précieux, mais il croit comme M. Prevost que ce n'est pas encore une indication suffisante de son degré de salubrité. MM. les prof. Dunant et Fol ont entrepris, en collabo-

ration, des recherches sur le nombre de germes contenus dans nos eaux potables. Ces recherches, qui sont encore loin d'être terminées, ont montré jusqu'ici que l'eau du lac est remarquablement pure, si l'on veut la comparer à celle qui se boit dans d'autres villes. L'insalubrité de l'eau doit dépendre, du reste, bien plutôt de la nature que du nombre, toujours assez considérable, des germes vivants. Sous ce rapport, les méthodes actuelles de recherches présentent encore une lacune, qu'il sera difficile de combler, tant qu'on ne connaîtra pas exactement les espèces qui sont la cause de chacune des maladies endémiques. En ce qui concerne la manière dont l'eau impure des rives s'écoule le long des bords du Rhône, sans se mélanger à celle qui forme le milieu du courant, M. Fol souscrit en thèse générale aux conclusions de M. le prof. Marignac, mais il fait observer que, depuis l'établissement du bâtardeau, les eaux de la rive gauche sont détournées de leur cours naturel et vont passer sur celle des deux prises d'eau de la machine hydraulique qui se trouve dans le voisinage du pont de la Machine. Par suite de cette circonstance, le curage des égouts des Eaux-Vives peut n'avoir pas été sans influence sur la qualité des eaux distribuées dans la ville.

M. Marignac dit qu'au point de vue chimique l'établissement du bâtardeau ne paraît pas avoir changé notablement la pureté de l'eau de la ville. Il a comparé il y a un mois l'eau des conduites et l'eau prise entre les jetées et a trouvé les mêmes résultats qu'il y a deux ans. Il estime d'ailleurs que ces dernières expériences n'ont pas été poursuivies pendant un temps assez long pour pouvoir trancher la question d'une manière positive.

M. le prof. Gosse dit que lorsqu'il faisait partie du Conseil administratif, il est descendu plusieurs fois dans le réservoir du bois de la Bâtie, et qu'il n'y a jamais trouvé les eaux stagnantes; elles sont au contraire toujours remuées et aérées. En second lieu un très grand nombre d'essais qu'il a fait dans le port au moyen de flotteurs de différentes profondeurs dont il suivait la marche, lui ont montré qu'avant l'établisse-

ment du bâtardeau les eaux qui passaient à moins de 2 ou 3 mètres du Jardin anglais se jetaient dans le bras gauche du Rhône; mais qu'il existait un courant passant à gauche de l'île Rousseau qui venait jusqu'à 5 ou 6 mètres du Jardin anglais, puis par un remous venait rejoindre le grand courant. Ce remous pouvait fort bien à cette époque et peut mieux encore à présent, entraîner une portion des eaux impures du bord jusqu'à la prise d'eau de la machine.

M. le prof. Brun expose les résultats de son travail sur les *végétations pélagiques et microscopiques du lac près de Genève* (au printemps 1884).—Cette époque a été des plus favorables à ce genre de recherches. Pendant les longues séries de beaux jours de cette période, le temps en effet était chaud, le ciel bleu, l'eau dormante et l'air remarquablement tranquille (notamment du 10 février au 21 mars).

Il remarque que le développement et l'abondance des espèces pélagiques observées, coïncide avec l'arrivée et l'intensité de l'épidémie de fièvres typhoïdes que nous venons de subir.

Les récoltes ont été faites au moyen d'un voile de soie, très serré et très fin, que l'on promenait lentement et verticalement dans la zone superficielle du lac (zone inondée d'air et de lumière), de manière à permettre la lente et complète filtration de l'eau au travers de ce filtre de soie.

Les espèces observées sont les suivantes :

Nostoc tenuissimum. — *Leptothrix rigidula.* — Des *Bactéries* qu'il n'est guère possible de nommer exactement dans l'état actuel de la science. Il peut citer cependant le *Bacterium lineola* (Cohn) et le *Bacillus Ulna.* — Ici se place l'observation suivante qu'il croit importante. — Parmi ces *Schizomicetes* il y avait des *Vibrio Serpens* (Cohn), *Spirillum undula* (Ehr.) munis d'un flagellum mobile à leur extrémité légèrement renflée (flagellum difficilement visible, même à l'immersion homogène et avec le bel éclairage que donne la nouvelle lampe électrique de Swan). Ayant laissé un slide immobile au centre de l'eau du bocal pendant plusieurs heures et l'ayant retiré lentement, il a vu plusieurs de ces

vibrions qui s'étaient fixés au verre et y avaient produit des prolongements identiques au *Bacterium lineola* (Ehr.) précité. Il a dû arriver ainsi à la conviction *que les vibrions ne sont que des spores de Bactéries linéaires;* spores douées de mouvement comme la plupart de celles des algues filamenteuses et qui se fixent et végètent lorsqu'elles ont trouvé un endroit propre à leur développement.

Merismopedia punctata (Ktz.) en exemplaires isolés.

Mais la plus curieuse végétation observée a été une *Oscillaire* douée d'une forte et très mauvaise odeur. Elle constituait de petits îlots flottant à la surface du lac. Les filaments qui la composent sont doués d'un mouvement oscillatoire assez rapide. Ces îlots minuscules sont constitués 1° par du mucilage amorphe; 2° par du calcaire pulvérulent que la respiration de cette algue sépare de l'eau en y décomposant le gaz acide carbonique; 3° par des bulles de gaz oxygène (c'est grâce à ces bulles que ces plaques restent flottantes sur l'eau); 4° enfin par des filaments (chacun représentant un individu avec sa vie propre). M. Brun a pu suivre à domicile leur mode de reproduction qui a lieu par spores et par segmentation.

Cette espèce peut se rapporter à l'*Oscillatoria nigra*, var. *fusca* (Vaucher) qui la mettait jadis dans le règne animal. Le froid, la nuit, le vent font facilement disparaître cette espèce qui n'a dû apparaître que bien rarement et n'a probablement pas encore été observée sur le lac.

Le filtre de soie ramenait aussi beaucoup de *Diatomacées* dans un grand état de pureté. Il est vraiment difficile d'expliquer comment ces algues microscopiques, avec leur forte et lourde enveloppe de silice vitreuse, arrivent à la surface de l'eau et s'y maintiennent pour y vivre. Qu'elles viennent des profondeurs de l'eau ou de ses bords, la distance à parcourir est immense pour leur petitesse! M. Brun a observé qu'elles avaient *immédiatement* au sortir du lac leurs mouvements bien plus rapides que plus tard en bocal à domicile.

Voici la liste des espèces de Diatomacées recueillies :

Asterionella formosa (Hassal) — *Cyclotella Comta* et *operculata* (Ehr.) — *Nitzschiella Pecten* (J. Br.) syn. — *Fragilaria*

Pecten (Castr.). Ces 4 espèces toujours abondantes.—Puis plus rarement et irrégulièrement la *Melosira orichalsea* (W. Sm.), *Nitzschia Palea* (W. Sm.), *Nit. fonticola* (Grun.), *Diatoma Ehrenbergii* (Ktz.), *Cymbella gracilis* (Rab.) *D. vulgare* (Bory), *Synedra gracilis* (Rab.), *Navicula dicephala* (Ehr.) et *Nav. Mauleri* (J. Br.).

Comme représentant curieux du règne animal pélagique, M. Brun cite le *Ceratium hirundinella* (Bergh.) syn., *Cer. macroceras* (Schr.) de la famille des Cilio-flagellés.— Ce Peridinien muni aussi d'une forte enveloppe siliceuse s'est montré plusieurs fois assez abondant.

Enfin, pour établir combien l'eau de notre port avait pris ce printemps les caractères de l'eau stagnante, M. Brun donne le résultat de l'analyse, faite par son fils, du gaz qui se dégage de la vase en la remuant, et qui se rapporte au *gaz des marais. Methane* (CH_4) 87,7 — *Acide carbonique* 6,1 — *Azote* 5,7 — *Oxygène* 0,5 (pour 100 en volume). — Pas d'hydrogène sulfuré, mais des traces d'un hydrocarbure fétide.

M. D. Colladon rappelle une communication qu'il a faite il y a dix ans à la Société de physique et d'histoire naturelle et ses observations dûment vérifiées[1], constatant des faits intéressants pour l'histoire ancienne de la colline genevoise et la détermination de la hauteur du niveau du lac Léman à une époque vieille de plusieurs siècles, mais où cette colline était probablement habitée.

Les fondations du nouveau théâtre avaient nécessité un déblai de 3000 mètres carrés de surface et d'une grande profondeur dans un terrain qui n'avait jamais été remanié et elles ont mis à découvert tout un ancien dépôt de sables, de graviers et de galets, d'une nature identique à celle des dépôts de l'Arve actuelle, stratifiés en couches horizontales et reposant sur un lit horizontal d'argile compacte d'une profondeur inconnue.

Ces couches de sables, de graviers et de galets, dont l'épaisseur totale dépassait deux mètres et un quart, ont évidem-

[1] *Archives*, octobre 1874.

ment été déposées à une époque où la contrée était déjà habitée, car on y a rencontré des débris roulés de poteries cuites. De plus, la position imbriquée des cailloux plats dans tout le dépôt, a servi à constater que la rivière coulait du sud-sud-est vers le nord-nord-ouest, c'est-à-dire dans une direction parallèle à la Corraterie et perpendiculaire à celle du courant du Rhône [1].

Un relevé géométrique, fait à double par deux experts [2], a servi à constater que la hauteur de niveau de la surface horizontale du banc d'argile était située à quatre-vingt-cinq centimètres au-dessous de la hauteur moyenne actuelle du niveau du lac Léman, et que par conséquent l'Arve coulait alors sur un lit de graviers, dont le niveau moyen supérieur dépassait de un mètre un quart, au minimum, celui du Léman actuel. La hauteur moyenne du niveau de l'ancien Léman à l'époque où l'Arve coulait près de la Corraterie, devait donc nécessairement dépasser de deux et demi à trois mètres son niveau actuel, car s'il en eût été autrement, les eaux de l'Arve auraient reflué dans le lac et empêché l'écoulement du Rhône.

En parcourant d'amont en aval, le lit du bras gauche du Rhône mis complètement à sec sur une longueur d'environ quatre cents mètres, on marche d'abord pendant près de deux cents mètres sur un sol entièrement argileux, mélangé de débris pierreux et quelques moellons pouvant provenir d'anciennes constructions sur les bords du fleuve et des très nombreuses maisons bâties sur des pilotis de chaque côté d'un ancien pont, qui ont été détruites par le vaste incendie de janvier 1670 [3].

Lorsqu'on arrive sur le prolongement de la Corraterie, le sol change tout à coup, l'argile disparaît et est remplacée par un lit de sables, de graviers et de galets, identiques à ceux que dépose la rivière d'Arve actuelle.

[1] M. L. Gonin, ingénieur en chef du canton de Vaud, a bien voulu, à ma demande, venir constater les faits ci-dessus.

[2] M. Monfort, ingénieur, attaché aux travaux du théâtre, et M. Janin-Bovy, ingénieur et géomètre-arpenteur.

[3] Ces maisons abritaient près de 200 familles (Genève historique, par Galiffe, p. 32).

En réunissant cette nouvelle observation avec les faits nombreux découverts en 1874 par M. Colladon, sur les terrains de l'ancien sous-sol du théâtre, ses études postérieures sur les lits horizontaux de galets siliceux imbriqués, situés à peu de profondeur au nord-ouest de l'hospice cantonal, et la remarque de M. le D[r] H. Gosse, sur des sables et des graviers semblables à ceux de l'Arve, trouvés sous les bâtiments universitaires, on peut admettre comme un fait historique bien démontré, que pendant une période très ancienne, lorsque cependant cette contrée était déjà habitée, la rivière d'Arve coulait près de notre colline, au bas du plateau des Tranchées, suivait le pied des hauteurs de la Treille et de la Tertasse et se jetait dans le Rhône, près de la place de Bel-Air. Cette colline se trouvait alors stratégiquement protégée par les eaux du lac, du Rhône et de l'Arve, et présentait une position facile à défendre.

Les dépôts de la rivière d'Arve complètement distincts de ceux des autres rivières ou ruisseaux de notre contrée, fournissent des jalons d'une incomparable valeur pour constater des faits historiques sur notre vallée, sur les anciens cours du torrent alpin, représenté aujourd'hui par la rivière d'Arve et sur la hauteur des eaux du Léman.

Les dépôts préhistoriques de fines couches de sables et de menus graviers, inclinées de l'est à l'ouest de 30 à 40 degrés, que M. Colladon a observées et fait photographier à Frontenex et en plusieurs points du plateau des Tranchées, démontrent que dans des temps bien antérieurs à l'existence de l'homme dans notre vallée, un torrent arrivé des Alpes du Mont-Blanc dans cette localité, s'est déversé, pendant une longue période, dans un vaste lac dont le niveau dépassait de 45 mètres environ celui du Léman actuel.

Pendant une période plus récente, mais antérieure à l'arrivée de l'homme dans ce pays, ce grand torrent alpin a formé le plateau de Contamines, des Tranchées et d'une partie de la colline genevoise, en déversant ses sables et ses graviers en couches fortement inclinées, direction nord-ouest, dans un lac Léman dont le niveau s'est maintenu pendant une longue période à 28 ou 30 mètres au-dessus du Léman actuel.

Enfin bien des siècles après, et postérieurement à l'arrivée de l'homme dans notre vallée, le cours général de l'Arve était semblable à celui d'aujourd'hui, mais après avoir dépassé Pinchat la rivière se rapprochait de la ville, longeait le pied de notre colline et se jetait dans le Rhône, au bas de la Cité. Pendant cette troisième période le niveau moyen de la rivière et celui du lac Léman devait surpasser d'au moins trois mètres le niveau moyen actuel de notre lac.

M. le prof. R. Pictet décrit un échantillon de calcite pseudomorphosée en quartz qui a été trouvée près de Turin.

M. le prof. H. Gosse montre un échantillon d'argile recueilli à la cote 356,5 sous une des culées du nouveau pont de l'Arve, au-dessous de l'argile glaciaire dont elle diffère notablement.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1884

Le 1, à 5 h. $^1/_2$ du soir, tonnerres au SSO; fort vent du S. et averse durant environ 15 minutes, après laquelle le vent tombe.
4, à 8 h. du soir, couronne et hâlo lunaires.
5, faible rosée le matin.
7, assez fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
10, à 7 h. du soir, éclairs au NO.
11, légère pluie mêlée de neige à 7 h. $^1/_4$ du matin.
12, gelée blanche le matin.
13, faible gelée blanche le matin.
17, à 5 h. 55 m. du soir, forte pluie mêlée de grêle.
19, neige sur les montagnes environnantes; à 10 h. du soir, éclairs à l'Est.
20, faible rosée le matin; éclairs au SE. à 9 h. s.
22, gelée blanche le matin.
29, quelques gouttes de pluie à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.

	mm
Le 2 à 7 h. matin	724,16
4 à 7 h. matin	720,65
8 à 1 h. matin	723,53
12 à 7 h. matin	726,99
15 à 10 h. matin	718,39
22 à minuit..............	721,07
27 à 11 h. soir	724,91

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 4 h. soir	715,61
7 à 1 h. matin	714,70
9 à 5 h. soir	720,48
14 à midi	717,22
18 à 4 h. soir	713,99
24 à 5 h. soir	714,25
29 à 4 h. soir	716,70

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Fract. de saturation en millièmes				Pluie ou neige		Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône		Limnimètre à 11 h.
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.			Midi.	Écart avec la temp. normale	
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	722.13	— 2.40	720,40	723,96	+11,47	+ 4,64	+ 5,3	+19,1	588	—130	340	750	. . .	. . .	variable	0,47	+ 9,2	+ 1.9	75,1
2	722 76	— 1,76	721.03	724,16	+10.44	+ 3.47	+ 4.8	+14,8	712	— 4	550	880	. . .	. . .	N. 1	0,27	9,3	+ 2.0	75,1
3	718.58	— 5,93	715.61	720.62	+10,22	+ 3,12	+ 5,1	+15,6	682	— 32	540	800	0,1	. . .	N. 1	0,75	9,6	+ 2,2	76,5
4	718,94	— 5,56	717,11	720,65	+ 9,33	+ 2.09	+ 5,9	+14,2	751	+ 38	530	910	2,1	.2.	N. 1	0,57	9,5	+ 2,0	75,3
5	718,32	— 6.47	717,37	718,96	+12.15	+ 4,77	+ 4,2	+19,5	675	— 36	440	900	. . .	. . .	variable	0,97	9,5	+ 1,9	74,5
6	718 04	— 6,45	715,61	719.97	+14,59	+ 7.08	+ 7,9	+19,6	578	—132	440	800	0,1	. . .	N. 1	0,77	. . .	. . . . .	74,0
7	719.19	— 5,29	714,70	723.38	+11,21	+ 3.56	+ 8,8	+14,6	660	— 48	550	790	0,2	.1.	S. 1	0,73	9,1	+ 1,4	70,2
8	722,41	— 2,07	721 59	723,53	+ 9,45	+ 1,66	+ 7,3	+12,6	705	— 2	570	830	. . .	. . .	N. 1	0,93	9,2	+ 1,4	72,5
9	721,20	— 3,28	720,48	721,91	+ 9.86	+ 1,93	+ 5,4	+14.2	672	— 34	430	900	. . .	. . .	N. 1	0,75	9,4	+ 1,5	73,3
10	722.22	— 2.27	721,75	723,79	+10,69	+ 2,62	+ 7,3	+14,6	608	— 96	410	760	0,2	.1.	variable	0,80	9,5	+ 1,5	77,2
11	724,27	— 0,22	723.12	725,98	+ 5.98	— 2,23	+ 2,4	+10,6	548	—155	360	720	. . .	. .	NNE. 1	0,77	9,3	+ 1,2	77,0
12	725.78	+ 1,28	724,45	726,99	+ 5.95	— 2,40	— 1,1	+12,3	651	— 51	410	860	. . .	. . .	variable	0.40	9,4	+ 1,2	78,9
13	722,47	— 2,04	720,29	724.84	+ 9,36	+ 0.87	+ 0,6	+19.1	630	— 71	320	930	0,1	.1.	variable	0,70	. . .	. . . . .	77,0
14	718,11	— 6,41	717,22	720.13	+ 8,07	— 0,56	+ 5,2	+12,4	904	+204	790	980	1,6	.9.	N. 1	1,00	8,7	+ 0,3	78,7
15	717,97	— 6,56	717,32	718.39	+ 7,09	— 1,68	+ 4,9	+10,1	836	+136	700	960	0,4	.2.	N. 1	1,00	8,6	+ 0,1	78,5
16	717,56	— 6,99	716.90	718,34	+ 8,29	— 0,62	+ 6,2	+10,6	808	+109	690	910	1,3	.2.	N. 1	0,98	9,2	+ 0,6	78,0
17	717,64	— 6.92	716,70	718,47	+ 8,64	— 0,41	+ 6,8	+12.7	901	+203	720	990	10,5	.5.	N. 1	0,93	9,4	+ 0,7	77,6
18	715,65	— 8.93	713,99	718,25	+ 6,67	— 2,52	+ 4,2	+ 9,8	901	+204	780	1000	3 6	.6.	N. 1	1 00	9,4	+ 0.6	80,5
19	716.68	— 7,92	714,61	718 73	+ 6,26	— 3,08	+ 1,7	+11,4	819	+122	610	1000	4,0	.5.	S. 1	0,73	9,2	+ 0,3	79,7
20	719 40	— 5 22	718,84	720,23	+ 6,26	— 3,22	+ 1,5	+13.7	802	+106	480	970	3,3	.2.	variable	0,78	. . .	. . . . .	81,0
21	720 03	— 4,61	719,61	720,86	+ 5,70	— 3,92	+ 2.8	+ 8,6	574	—122	460	730	. . .	. . .	S. 1	0,83	8,6	— 0,4	81,5
22	719,79	— 4,88	718 47	721,07	+ 5,44	— 4,32	— 2,0	+13,0	642	— 53	400	920	. . .	. . .	variable	0,32	8,7	— 0,5	80,9
23	718 54	— 6,45	717.20	719,63	+ 6,49	— 3,42	— 0,1	+11,7	650	— 45	380	930	. . .	. . .	N. 1	0,25	8,9	— 0,4	80,5
24	715,94	— 8,78	714,25	717 98	+ 6,55	— 3,50	+ 0,9	+11,1	718	+ 23	540	910	. . .	. . .	N. 1	0,73	9,2	— 0,2	80,8
25	715,89	— 8,86	715.37	717,41	+ 8,03	— 2,17	+ 3,0	+14,9	705	+ 10	530	930	. . .	. . .	N. 1	0,52	9,9	+ 0,4	80 5
26	718,09	— 6,69	717,41	720,88	+ 8,13	— 2,21	+ 2,5	+13,0	624	— 70	390	860	. . .	. . .	N. 1	0,48	9,7	+ 0,1	80,6
27	723,28	— 1,53	721,13	724 91	+ 7,72	— 2,76	+ 1,3	+12,2	664	— 30	520	850	. . .	. . .	variable	0,40	. . .	. . . . .	80,0
28	723,10	— 1,74	720,74	724,76	+ 8,79	— 1,84	+ 2,8	+13,8	590	—104	300	800	. . .	. . .	N. 1	0,15	10,4	+ 0,6	79,2
29	718,61	— 6,27	716,70	720,65	+ 9,75	— 1,02	+ 2,3	+16,6	592	—102	410	850	. . .	. . .	variable	0,65	11,0	+ 1,1	79,3
30	719,47	— 5,44	717,98	721,92	+11,79	+ 0,87	+ 4,3	+18,1	620	— 74	420	880	. . .	. . .	variable	0,52	11,2	+ 1,2	78,3

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	720,43	720,44	720,95	720,87	720,06	719,52	720,03	720,73
2e »	720 15	719,63	719 89	719,78	719,28	718,81	719,22	719,66
3e »	719,55	719,49	719,74	719,62	718,98	718,45	718,77	719,58
Mois	720 04	719,85	720,19	720,09	719,44	718,92	719,34	719,99

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,35	+ 7,36	+ 7,72	+11,86	+13 59	+14,63	+12,32	+10,70
2e »	+ 5,25	+ 4,25	+ 5,25	+ 7,90	+10,30	+10,31	+ 8,21	+ 6,60
3e »	+ 4,60	+ 2,78	+ 5,24	+ 8,79	+11,46	+11,99	+10,56	+ 7,29
Mois	+ 6,40	+ 4 80	+ 6,07	+ 9,52	+11,78	+12,31	+10,36	+ 8,20

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	758	815	813	639	546	487	594	653
2e »	856	926	871	736	608	644	770	829
3e »	752	861	751	593	495	444	532	675
Mois	789	867	812	656	550	525	632	719

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 6,20	+ 15,88	+ 9,37	0,70	2,7	74,37
2e »	+ 3,24	+ 12 27	+ 9,15	0,80	24,8	78,69
3e »	+ 1,78	+ 13,30	+ 9,73	0,48	—	80,16
Mois	+ 3,74	+ 13,82	+ 9,43	0,66	27,5	77,74

Dans ce mois l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,85 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 10°,5 O. et son intensité est égale à 32,1 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1884.

Le 1, neige dans la nuit du 31 mars au 1er avril; brouillard de 7 h. à 10 h. du matin.
2, brouillard à 7 h. du matin; assez fort vent à 10 h. du matin et à 10 h. du soir.
3, brouillard par un fort vent tout le jour.
4, neige le matin; brouillard par un fort vent l'après-midi.
5, brouillard presque tout le jour.
6, brouillard jusqu'à 4 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir; assez fort vent à partir de 4 h. du soir.
7, neige dans la nuit du 6 au 7 et le matin; brouillard à 1 h. du soir; fort vent jusqu'à 1 h. du soir et à 10 h. du soir.
8, brouillard par un fort vent presque tout le jour.
10, neige à 7 h. du soir.
11, neige dans la nuit du 10 au 11; forte bise tout le jour; brouillard depuis 4 h. du soir.
13, neige à 7. du soir; brouillard et fort vent à 10 h. du soir.
14, brouillard jusqu'à 4 h. du soir; neige depuis 7 h. du soir; fort vent tout le jour.
15, neige à 7 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
16, forte bise tout le jour; neige depuis 1 h. du soir.
17, neige et brouillard dans la journée; forte bise le matin et fort vent l'après-midi.
18, neige à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir; fort vent le matin et forte bise l'après-midi.
19, neige et forte bise à 7 h. du matin; brouillard dans la journée.
20, brouillard à 4 h. et 10 h. du soir; neige à 7 h. du soir.
22, assez forte bise dans la journée; neige de 4 h. à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.
24, neige de 1 h. à 4 h. du soir, puis brouillard.
25, brouillard à 7 h. du matin.
26, brouillard depuis 7 h. du soir.
27, neige à 1 h. du soir; brouillard presque tout le jour; forte bise l'après-midi.
29, neige à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 4 h. matin	560,05
Le 2 à 1 h. matin	562.84	4 à 4 h. matin	556,82
6 à 10 h. matin	561,91	7 à 5 h. matin	557,00
10 à minuit	559,37	11 à 8 h. matin	555,79
12 à 11 h. soir	563,85	16 à 4 h. matin	554,98
17 à 11 h. soir	556,25	19 à 1 h. matin	550,27
20 à 1 h. soir	555,46	21 à 8 h. matin	554,04
22 à 11 h. soir	555,47	25 à 7 h. matin	552,66
27 à 10 h. soir	560,23	29 à 5 h. soir	557,10
30 à 11 h. soir	559,95		

SAINT-BERNARD. — AVRIL 1884.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	561,13	+ 0,78	560,05	562,60	— 2,95	+ 2,53	— 6,2	+ 0,1	..30.	1,3	....	SO.	1	0,52
2	562,10	+ 1,70	561,68	562,84	— 2,26	+ 3,10	— 4,0	+ 0,9	.....	.....	....	SO.	1	0,87
3	558,78	— 1,68	556,94	561,04	— 3,76	+ 1,48	— 4,0	— 2,0	.....	.....	....	SO.	2	0,97
4	557,84	— 2,68	556,82	559,01	— 3,06	+ 2,06	— 5,6	— 0,1	160	15,3	....	SO.	2	1,00
5	560,15	— 0,43	559,09	561,32	— 2,48	+ 2,51	— 4,5	0,0	.....	.....	....	SO.	1	0,97
6	561,22	+ 0,58	560,03	561,91	— 2,10	+ 2,76	— 2,5	— 0,8	..30.	2,8	....	SO.	2	1,00
7	558,23	— 2,48	557,00	559,94	— 3,51	+ 1,23	— 5,0	— 1,1	260	44,9	....	SO.	2	0,72
8	558,06	— 2,72	557,81	558,69	— 5,75	— 1,14	— 6,4	— 3,6	.....	.....	....	NE.	2	0,95
9	558,23	— 2,62	557,42	559,32	— 4,41	+ 0,37	— 7,3	— 0,7	.....	.....	....	NE.	1	0,43
10	558,69	— 2,23	557,86	559,37	— 3,25	+ 1,10	— 5,5	+ 1,6	10	0,1	....	NE.	1	0,68
11	556,95	— 4,04	555,79	558,30	—11,25	— 7,03	—12,4	— 8,3	160	8,5	....	NE.	2	0,95
12	561,62	+ 0,56	558,50	563,85	— 2,66	+ 1,43	—13,8	+ 2,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
13	562,08	+ 0,94	560,01	563,67	— 2,25	+ 1,71	— 5,4	+ 1,6	20	0,3	....	SO.	1	0,65
14	557,02	— 4,20	556,10	559,78	— 4,10	— 0,27	— 4,5	— 2,8	110	8,0	....	SO.	2	1,00
15	555,61	— 5,69	555,20	556,28	— 1,25	+ 2,44	— 4,4	+ 4,4	100	7,3	....	SO.	1	0,90
16	555,45	— 5,93	554,98	555,82	— 1,83	+ 1,72	— 3,0	+ 1,4	120	14,0	....	NE.	2	1,00
17	555,83	— 5,63	555,00	556,25	— 3,78	— 0,37	— 4,7	— 1,8	250	24,8	....	SO.	2	1,00
18	553,00	— 8,54	550,37	555,94	— 3,26	+ 0,01	— 6,0	+ 2,3	150	15,0	....	variable		1,00
19	552,52	— 9,10	550,27	554,97	— 7,60	— 4,47	— 7,8	— 5,0	250	20,7	....	NE.	1	0,98
20	555,20	— 6,51	554,93	555,46	— 6,05	— 3,06	—10,5	— 1,6	10	0,1	....	NE.	1	0,72
21	554,65	— 7,15	554,04	555,32	— 7,58	— 4,73	—11,0	— 2,5	.....	.....	....	NE.	1	0,48
22	555,07	— 6,82	554,56	555,47	— 6,23	— 3,52	—11,2	— 1,4	30	0,4	....	NE.	2	0,70
23	554,73	— 7,25	554,44	555,29	— 5,90	— 3,33	—11,0	— 3,0	.....	.....	....	NE.	1	0,12
24	553,52	— 8,55	552,94	554,80	— 4,35	— 1,92	— 8,0	— 1,3	40	1,5	....	SO.	1	0,97
25	553,35	— 8,81	552,66	554,28	— 3,41	— 1,12	— 8,2	+ 2,3	.....	.....	....	NE.	1	0,40
26	554,58	— 7,67	553,48	556,50	— 4,95	— 2,81	— 8,2	— 1,4	.....	.....	....	NE.	1	0,65
27	558,43	— 3,91	556,82	560,23	— 6,66	— 4,67	— 8,0	— 4,5	40	1,6	....	NE.	2	1,00
28	559,77	— 2,66	559,28	560,20	— 3,58	— 1,73	— 9,0	+ 0,8	.....	.....	....	NE.	1	0,18
29	557,61	— 4,91	557,10	559,15	— 3,36	— 1,65	— 5,2	+ 0,8	10	0,1	....	SO.	1	0,43
30	558,37	— 4,25	557,20	559,95	— 1,58	— 0,01	— 6,8	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,38

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS D'AVRIL 1884

Le 1, fort vent du NNO de 1 h. à 4 h. du soir.
2, fort vent du NNO à 1 h. du soir.
3, très fort vent du ENE de 1 h. à 4 h. du soir.
4, fort vent du NNO à 4 h. du soir; pluie dans la nuit du 3 au 4.
5, fort vent du ONO de 7 h. à 10 h. du soir.
8, très fort vent du ONO dans la nuit du 7 au 8, et pendant la journée.
9, très fort vent du NNO de 1 h. à 4 h. du soir.
10, très fort vent dans la journée.
11, brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
14, brouillard à 7 h. du soir.
15, brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
16, brouillard tout le jour.
18, brouillard à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; fort vent du ENE et du NNO dans la journée.
19, brouillard à 7 h. du matin, assez fort vent du NNO; neige jusqu'à l'altitude de 700^{m} environ.
24, fort vent du NNO dans la journée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 2 à 7 h. soir	718,35	Le 3 à 4 h. soir	710,15
8 à 7 h. matin	716,36	9 à 4 h. soir	713,46
12 à 7 h. matin	721,18	14 à 1 h. soir	709,96
17 à 10 h. soir	711,49	18 à 7 h. soir	706,94
22 à 7 h. matin	713,95	24 à 7 h. soir	708,04
28 à 7 h. matin	718,28	29 à 4 h. soir	710,41
30 à 10 h. soir	714,92		

MARTIGNY. — AVRIL 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum des 6 observat.	Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction normale.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tombée d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	716,22	....	714,87	717,43	+12,02	....	+ 3,3	+19,6	541	.....	310	740	....	...	NNO. 1	0,30
2	716,15	....	714,55	718,35	+11,47	....	+ 3,8	+18,8	602	.....	350	800	....	...	NNO. 1	0,18
3	711,71	....	710,15	714,11	+13,40	....	+ 5,8	+19,6	512	.....	270	760	....	...	variable	0,68
4	712,69	....	711,67	713,78	+ 9,94	....	+ 6,4	+14,7	714	.....	560	810	1,8	...	variable	0,58
5	713,22	....	712,07	714,28	+12,29	....	+ 6,3	+19,3	606	.....	430	800	....	...	ONO. 1	0,80
6	713,06	....	711,51	714,64	+14,89	....	+ 8,8	+20,2	541	.....	360	730	....	...	variable	0,85
7	713,57	....	711,93	716,18	+10,14	....	+ 9,3	+12,8	781	.....	580	940	3,2	...	ONO. 1	0,90
8	715,41	....	715,03	716,36	+ 8,67	....	+ 8,2	+11,9	696	.....	610	720	....	...	ONO. 2	0,85
9	714,34	....	713,46	715,21	+10,09	....	+ 3,0	+16,0	621	.....	400	870	....	...	NNO. 1	0,53
10	714,97	....	714,01	716,57	+ 9,05	....	+ 5,5	+15,4	681	.....	480	880	....	...	NNO. 2	0,70
11	717,53	....	715,63	719,78	+ 3,82	....	+ 1,8	+ 8,5	817	.....	670	970	4,0	...	NNO. 2	0,82
12	719,31	....	717,95	721,18	+ 6,49	....	— 1,7	+14,2	752	.....	540	830	....	...	NNO. 1	0,13
13	715,50	....	714,10	718,68	+11,64	....	+ 0,5	+17,9	546	.....	360	720	....	...	NNO. 1	0,43
14	710,92	....	709,96	712,03	+ 9,22	....	+ 7,4	+14,4	762	.....	610	820	....	...	variable	0,88
15	710,90	....	710,37	711,32	+ 7,62	....	+ 5,7	+10,8	807	.....	650	900	....	...	NNO. 1	0,95
16	710,82	....	710,61	711,10	+ 7,60	....	+ 6,7	+10,4	881	.....	790	900	....	...	NNO. 1	1,00
17	710,94	....	710,29	711,49	+ 9,39	....	+ 6,9	+12,6	821	.....	720	910	7,4	...	variable	0,82
18	708,11	....	706,94	710,09	+ 6,75	....	+ 4,9	+11,3	831	.....	650	860	....	...	NNO. 1	0,95
19	710,17	....	708,48	711,74	+ 5,74	....	+ 2,2	+ 9,2	781	.....	620	860	11,1	...	NNO. 2	0,80
20	712,52	....	711,76	713,27	+ 6,04	....	+ 0,9	+10,7	806	.....	650	930	....	...	variable	0,85
21	713,03	....	712,30	713,90	+ 4,70	....	+ 3,6	+ 8,0	756	.....	670	770	2,3	...	ONO. 1	0,72
22	713,15	....	712,54	713,95	+ 5,64	....	— 0,7	+11,4	779	.....	570	850	....	...	NNO. 1	0,77
23	711,11	....	710,82	711,65	+ 7,80	....	+ 0,1	+12,8	691	.....	500	850	....	...	NNO. 1	0,28
24	708,91	....	708,04	710,51	+ 6,89	....	— 0,9	+10,6	671	.....	460	810	....	...	NNO. 2	0,75
25	708,99	....	708,38	709,77	+ 8,90	....	+ 4,7	+13,6	616	.....	410	800	....	...	NNO. 1	0,55
26	711,12	....	710,31	712,81	+ 8,62	....	+ 1,9	+14,3	672	.....	530	840	....	...	NNO. 2	0,77
27	716,71	....	715,93	717,81	+ 8,09	....	+ 6,9	+12,4	634	.....	450	700	....	...	NNO. 1	0,78
28	715,83	....	713,85	718,28	+ 9,95	....	+ 0,8	+16,3	577	.....	380	840	....	...	NNO. 1	0,13
29	711,75	....	710,41	713,64	+11,12	....	+ 1,9	+18,3	569	.....	370	780	....	...	NNO. 1	0,40
30	713,02	....	712,10	714,92	+12,45	....	+ 4,6	+18,8	557	.....	320	800	....	...	NNO. 1	0,35

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	559,66	559,16	559,21	559,53	559,58	559,38	559,46	559,56
2e » ...	556,75	556,29	556,17	556,54	556,00	556,54	556,63	556,70
3e » ...	556,10	555,68	555,56	555,80	556,02	556,02	556,27	556,61
Mois	557,50	557,04	556,98	557,29	557,40	557,31	557,45	557,62

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 4,29	— 1,93	— 0,77	— 1,46	— 3,33	— 3,48
2e » ...	— 5,32	— 2,03	— 1,18	— 3,43	— 4,59	— 5,18
3e » ...	— 7,89	— 2,01	— 1,38	— 1,73	— 4,93	— 5,94
Mois	— 5,83	— 1,99	— 1,11	— 2,21	— 4,28	— 4,87

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 5,10	— 0,57	0,81	64,4	490
2e » ...	— 7,25	— 0,70	0,82	98,7	1170
3 » ...	— 8,66	— 0,60	0,53	3,6	120
Mois	— 7,00	— 0,62	0,72	166,7	1780

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,32 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 19,4 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — AVRIL 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	715,02	714,67	713,65	713,21	713,69	714,44
2e » ...	713,27	712,98	712,28	712,04	712,38	712,96
3e » ...	713,00	712,62	712,01	711,68	712,08	712,65
Mois......	713,76	713,42	712,65	712,31	712,72	713,35

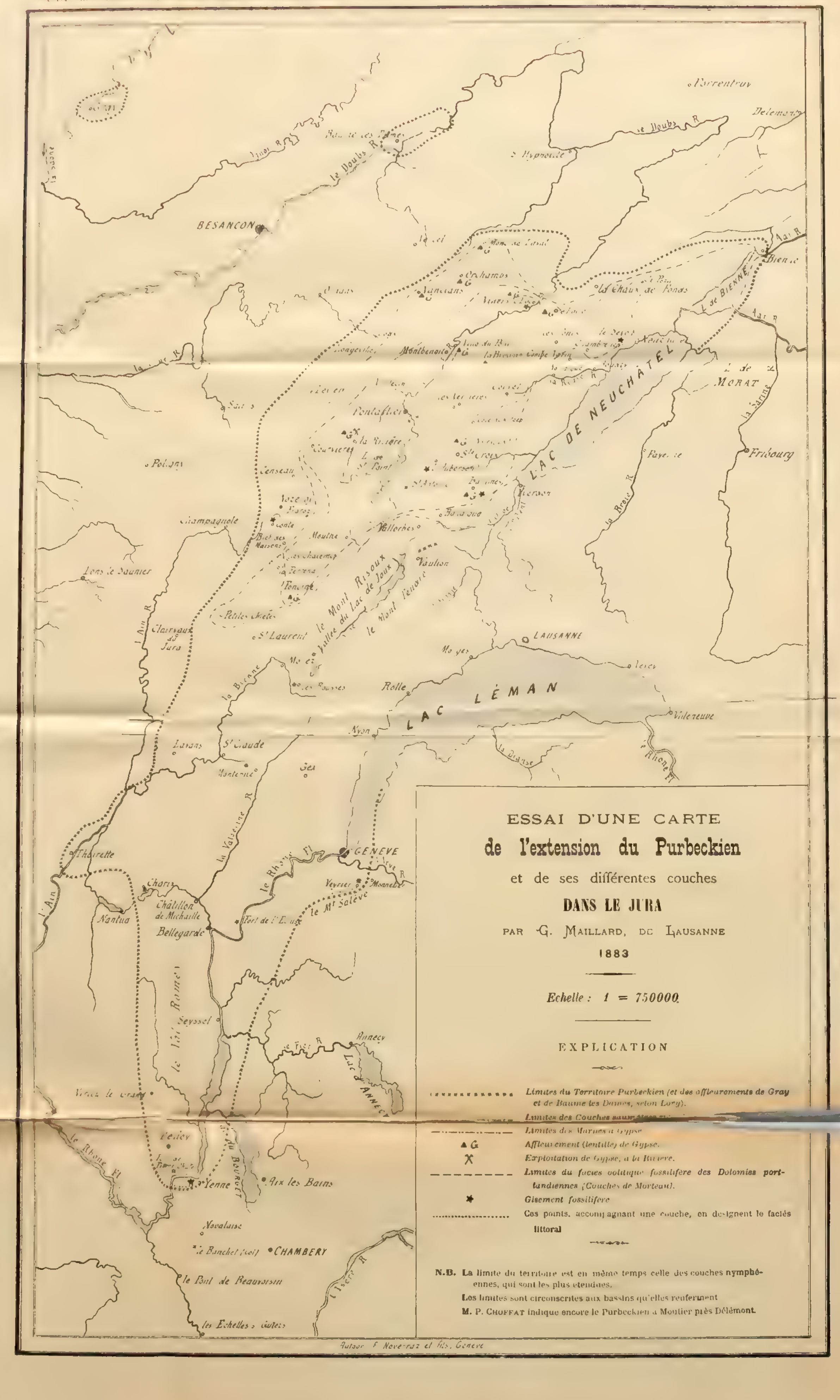
Température.

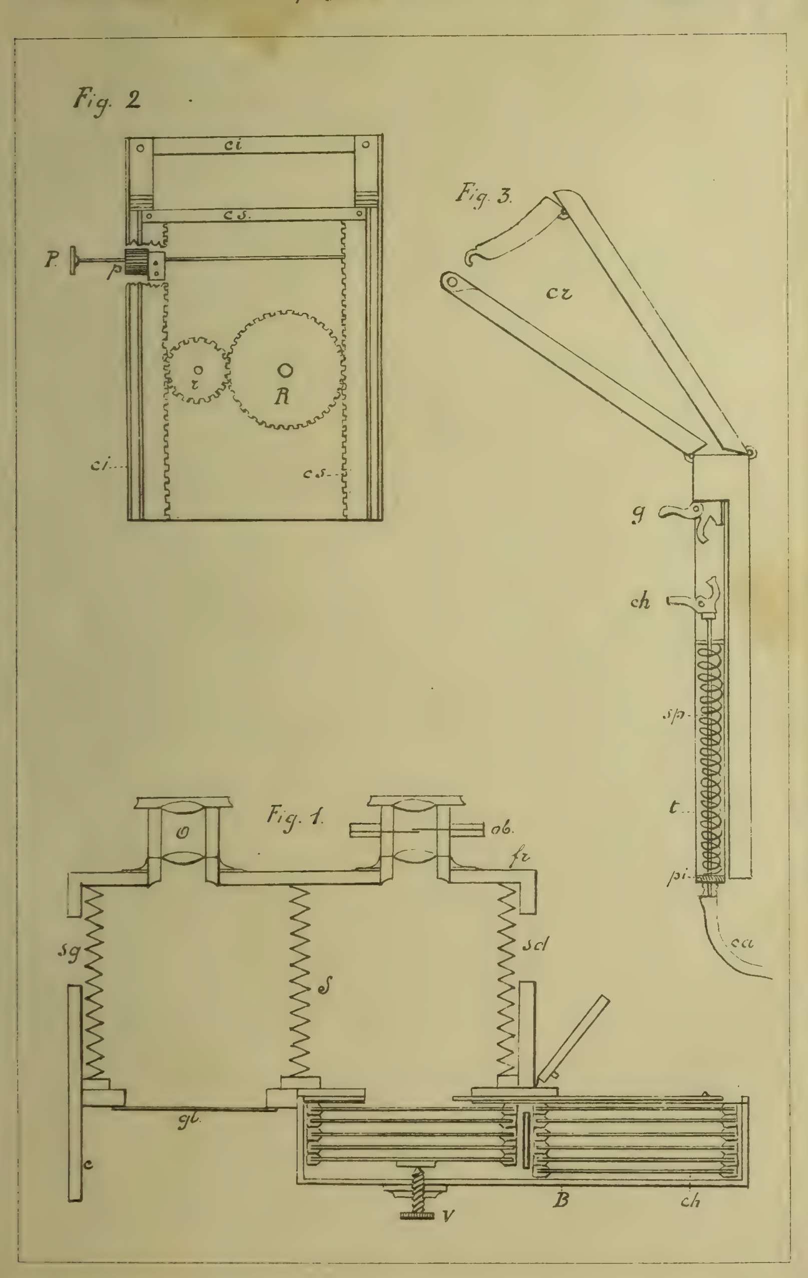
	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+ 7,17	+12,50	+16,55	+16,14	+12,22	+10,27
2e » ..	+ 5,57	+ 8,51	+11,78	+10,73	+ 8,56	+ 7,11
3e » ..	+ 4,64	+ 9,60	+13,31	+12,82	+ 9,90	+ 7,91
Mois.....	+ 5,79	+10,20	+13,88	+13,23	+10,23	+ 8,43

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	788	565	462	482	603	672
2e »	828	779	654	713	733	771
3e »	800	619	527	528	584	651
Mois...........	805	654	548	574	640	698

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	+ 6,04	+16,83	0,64	5,0
2e »	+ 3,53	+12,00	0,76	22,5
3e »	+ 2,29	+13,65	0,55	2,3
Mois...........	+ 3,95	+14,16	0,65	29,8


ESSAI D'UNE CARTE
de l'extension du Purbeckien
et de ses différentes couches
DANS LE JURA
PAR G. MAILLARD, DE LAUSANNE
1883
Echelle : 1 = 750000
EXPLICATION
Limites du Territoire Purbeckien (et des affleurements de Gray et de Baume les Dames, selon Lory).
Limites des Couches
Limites des Marnes à Gypse
▲G Affleurement (lentille) de Gypse.
X Exploitation de Gypse, à la Rivière.
Limites du facies oolitique fossilifère des Dolomies portlandiennes (Couches de Morteau).
Gisement fossilifère
Ces points, accompagnant une couche, en désignent le faciès littoral
N.B. La limite du territoire est en même temps celle des couches nymphéennes, qui sont les plus étendues.
Les limites sont circonscrites aux bassins qu'elles renferment
M. P. CHOFFAT indique encore le Purbeckien à Moutier près Délémont.
BESANCON
le Doubs R.
Porrentruy
Delémont
LAC DE NEUCHÂTEL
L. de BIENNE
Bienne
L. de MORAT
Fribourg
Payerne
la Broye R.
la Sarine
Pontarlier
Vallorbes
Vaulion
le Mont Risoux
Vallée du Lac de Joux
le Mont Tendre
Champagnole
Lons le Saunier
Poligny
Clairvaux du Jura
l'Ain R.
St Laurent
Petites Chiettes
Morez
les Rousses
LAUSANNE
Morges
Rolle
Nyon
LAC LÉMAN
Villeneuve
la Dranse
Rhône
St Claude
Lavans
Gex
la Valserine R.
GENEVE
le Rhône Fl.
Arve R.
Veyrier
Monnetier
le Mt Salève
Fort de l'Ecluse
Thoirette
Charix
Châtillon de Michaille
Nantua
Bellegarde
Seyssel
le Fier R.
Annecy
Lac d'Annecy
Lac du Bourget
Yenne
Aix les Bains
Novalaise
CHAMBERY
le Pont de Beauvoisin
les Echelles
l'Isère R.
le Rhône Fl.
Autogr. F. Noverraz et fils, Genève


Fig. 2
ci
cs.
P.
p
r
R
ci
cs
Fig. 3.
cr
g
ch
sp
t
pi
ca
Fig. 1.
O
ob.
fr
sg
S
sd
gl.
c
V
B
ch

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LE

TRANSVASAGE DE BOUILLONS STÉRILISÉS

ET LE

DOSAGE DES GERMES VIVANTS CONTENUS DANS L'EAU

PAR

M. Hermann FOL

A l'occasion d'une expertisé faite en collaboration avec M. le professeur P.-L. Dunant sur la salubrité des eaux potables que la Municipalité de Genève fournit ou pourrait fournir à cette ville, j'ai dû examiner les méthodes proposées et employées jusqu'à ce jour dans les recherches de ce genre. Cet examen à la fois théorique et pratique m'a fait reconnaître les inconvénients assez nombreux de ces méthodes et m'a conduit à des perfectionnements et des simplifications tellement importantes que je crois devoir les faire connaître immédiatement, avant même d'avoir publié les résultats obtenus par ces moyens.

DES CONSERVES

Il n'est guère de champ d'investigations dans lequel

les détails techniques aient une importance aussi grande que dans la recherche de la présence et du rôle des organismes infiniment petits que l'on désigne sous les noms de *schistomycètes, micro-organismes,* ou plus commodément de *microbes.* N'est-ce pas à la difficulté que l'on a d'obtenir des substances, à la fois capables d'entretenir la vie et la nutrition de ces êtres et privées de tout germe vivant, que sont dues les erreurs qui ont entravé la marche de cette branche de la science biologique ?

Je ne rappellerai pas ici les opinions de POUCHET [1], ni celles de BASTIAN [2], qui reposent toutes sur le fait d'avoir méconnu cette cause d'erreur. L'on sait avec quelle *logique rigoureuse et parfois acerbe* PASTEUR [3] a réfuté les erreurs de cette école. De ces discussions qui ont tant passionné les esprits pendant quelques années, il n'est resté qu'une connaissance plus approfondie des conditions à remplir pour exclure l'introduction des germes vivants, une série de dispositifs très ingénieux que l'illustre naturaliste imagina pour répondre à chacun des arguments de ses adversaires et qui resteront acquis à la technique microbiologique.

Moins excusables sont les erreurs de ceux qui, connaissant et acceptant les grands faits établis par l'école de PASTEUR, les méthodes et les appareils qui permettaient une expérimentation rigoureuse, sont arrivés néanmoins, par suite de négligence ou d'impéritie dans les manipulations, à des résultats sans valeur quant à la distribution des germes dans l'air, soit des villes, soit de la plaine et de la haute montagne.

[1] Pouchet, *Traité de la génération spontanée*, Paris, 1859.

[2] Bastian.

[3] *Comptes rendus de l'Académie des Sc.* passim. et notamment t. 8[illegible], p. 178.

La plupart de ces insuccès, sinon tous, proviennent de liquides de culture mal stérilisés et de précautions insuffisantes au moment de l'introduction du fluide que l'on veut examiner. C'est ainsi que l'on peut expliquer le nombre fabuleux de germes dont l'air serait chargé d'après TYNDALL [1].

Il y a donc un intérêt majeur à connaître des méthodes non seulement certaines, mais encore pratiques et faciles, pour obtenir une stérilisation réelle des liquides cultu-raux. En principe, nous savons que le moyen le plus sûr consiste à élever les liquides à une température dépassant 110° cent. pendant plusieurs heures consécutives. La température de 110° C. est généralement considérée comme suffisante. Elle nous a toujours parfaitement réussi.

La principale objection que l'on ait faite à cette méthode de chauffage excessif n'est pas relative à la stérilisation, mais bien à l'altération qu'elle amène dans les liquides qui lui sont soumis. Les corps albumineux sont précipités à l'état insoluble avant la température de 110°; en sorte que la liqueur n'a plus la composition requise, soit pour certaines expériences sur les microbes pathogènes, soit pour répondre à certains raisonnements des partisans de la théorie de la génération spontanée.

L'on se mit donc en quête de moyens de stérilisation moins violents et l'on apprit effectivement à en connaître plusieurs. Le plus simple consiste à pomper directement dans les ballons de verre stérilisés les liquides qui circulent dans l'intérieur d'un animal vivant et bien portant. Le sang, le lait, l'urine ont pu être conservés de la sorte, bien que la manipulation soit toujours délicate et quelques insuccès inévitables.

[1] J. Tyndall, *Les microbes*. Paris, Savy, 1882.

C'est encore ici qu'il faut placer les cultures faites sur des tranches de végétaux vivants et sains, des tranches de pommes de terre par exemple. Bien qu'entre des mains habiles ces méthodes puissent donner des résultats utiles, elles manquent néanmoins de rigueur. Les procédés opératoires proposés jusqu'à ce jour, tout au moins, ne sont pas faits pour nous inspirer une grande confiance. Ou bien l'on a eu recours à la filtration qui, pour servir à quelque chose, doit être absolument complète et faite à travers une substance dont les pores soient de la plus grande finesse. PASTEUR [1] a fort bien réussi avec du plâtre recuit, mais la moindre fissure, imperceptible à l'œil nu, suffit à déjouer tous les efforts; la méthode n'a qu'un intérêt théorique.

La méthode proposée et employée par KOCH [2] du chauffage discontinu est par contre d'un intérêt purement pratique. Un liquide albumineux, tel que le sérum sanguin, préparé à l'air libre, contient bientôt une quantité de germes. Si, maintenant, on chauffe ce liquide jusqu'à 60° C., toutes les spores qui ont commencé à germer seront tuées et il ne survivra que les germes restés à l'état de spores. On laisse refroidir pour permettre à ces dernières de germer à leur tour et l'on chauffe de nouveau à 60 °, les alternatives de chauffage et de refroidissement sont poursuivies pendant 7 jours et au bout de ce temps il se trouve en effet que beaucoup de ballons sont réellement devenus stériles. La méthode n'a aucune valeur absolue, car il est des spores qui ne commencent à germer qu'au bout de 10, de 15 jours et davantage, et

[1] Pasteur et Joubert, *Comptes rendus Acad. des Sc.*, t. 85, p. 101.
[2] R. Koch.

d'autre part, certaines espèces rares de microbes ne sont nullement tuées à 60° quoique surprises en pleine végétation. Mais elle est simple, facile et pratique, à la condition toutefois que l'on mette ensuite les conserves en observation pendant quelques semaines et ne garde que celles qui restent parfaitement pures.

La méthode des terrains de culture figés, à base de gélatine, a été inventée par R. Koch[1]. Hesse[2] la décrit avec soin dans son application à l'étude des germes de l'air. Pour l'analyse de l'eau cette méthode pourrait sans doute fournir des résultats préférables à ceux qu'on obtient avec les tranches de pommes de terre, mais ils prêteraient encore singulièrement le flanc à la critique.

Hâtons-nous d'ajouter que, dans l'état actuel de la science, aucune de ces méthodes ne s'impose pour la recherche des microbes pathogènes dans l'air et dans l'eau. A l'exception de la tuberculose et peut-être de la vaccine, tous les microbes de l'homme qu'on a réussi à cultiver ont pu l'être dans des bouillons dépouillés d'albumine coagulable. Or, les deux espèces citées ne sont pas de celles dont nous avions à nous préoccuper et, je le répète, dans l'état actuel de la science et à défaut d'indications plus précises, nous sommes autorisés à rechercher les microbes pathogènes par des cultures faites dans des bouillons de viande stérilisés par la chaleur.

La question du choix de la viande a-t-elle une grande importance ? L'on a employé des bouillons de toutes sor-

[1] R. Koch, *Mittheilgn. aus d. k. Gesundheitsamte*. Vol. Ier, p. 1 et suiv.

[2] W. Hesse, Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen. *Mittheil. a. d. k. Gesundheitsamte*. Vol. II. Berlin, 1884.

tes d'animaux, de poissons, d'oiseaux, de mammifères sauvages ou de boucherie, sans y découvrir des différences bien frappantes au point de vue des cultures. Nous avons essayé aussi les divers animaux qui nous sont tombés sous la main, mais il nous a semblé que le bouillon de bonne viande de bœuf, préconisé avec raison par MIQUEL [1] a l'avantage d'être très sensible, très facile à obtenir toujours le même, parce que le commerce nous fournit une matière première de qualité assez uniforme, et se clarifiant très bien, tandis que certains autres bouillons ne se dépouillent pas facilement d'un léger précipité opalin qui nuit ensuite à l'observation.

DE LA PRÉPARATION DES BALLONS DE BOUILLON

Il n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire de chauffer au delà de 100° des ballons de verre, fermés de façon à prévenir l'introduction de tout germe. Par le chauffage direct sur la flamme, le liquide ne s'élève pas au-dessus de la température ordinaire de l'ébullition, à moins que la fermeture ne soit hermétique et dans ce cas il sera impossible de maintenir la température vers 110° pendant des heures de suite; il y aura des variations de température et le ballon sautera. MIQUEL [2] place ses ballons scellés à la lampe dans un bain-marie plein d'une solution assez concentrée de chlorure de calcium et nous avons vu le même procédé employé aussi dans d'autres laboratoires. Naturellement la différence de pression entre le liquide intérieur qui peut bouillir à 100° et le liquide

[1] M. P. Miquel, *Les organismes vivants de l'atmosphère*, p. 151. Paris, Gauthier-Villars, 1883.

[2] Miquel, *l. c.*, p. 145.

extérieur qui ne bout qu'à 110° est considérable et les ballons sautent souvent. Leur liquide se mêle à la solution saline dont ils changent le taux et qui se salit. En prenant pour bain-marie une marmite de Papin pleine d'eau, l'on a au moins l'avantage d'égaliser la pression intérieure et extérieure contre les parois du ballon et d'avoir moins souvent des accidents.

Après le chauffage la liqueur a perdu sa clarté parce qu'il y a encore dans un bouillon ordinaire certaines substances organiques qui se coagulent à 110°. Si l'on chauffe directement les petits ballons à expérience, l'on en perdra beaucoup et l'opération devient notablement plus longue; si l'on chauffe de grands ballons, il faudra encore en transvaser le contenu dans les ampoules à expérience que l'on aura préalablement stérilisées par une température voisine de 200°. L'on sera donc obligé de couper le col scellé du ballon et d'en laisser le contenu en contact avec l'air extérieur pendant tout le temps que l'on met à faire passer son contenu par aspiration dans les ampoules. C'est le procédé qu'emploie Miquel [1] à l'observatoire de Montsouris, procédé assez pratique et supérieur en tout cas à ceux que l'on suivait auparavant, mais qui n'est pas à l'abri de tout reproche.

Si les défauts de ce manuel n'ont pas eu de conséquence fâcheuse pour la validité des résultats obtenus par cet observateur consciencieux, cela tient à ce qu'il a toujours eu soin de mettre en observation pendant plusieurs semaines les ampoules remplies de la sorte avant de les employer, rejetant toutes celles qui présentent le plus léger trouble. Les pertes de ce chef ne se sont rédui-

[1] Miquel, *l. c.*, p. 174.

tes à 5 $^{o}/_{0}$ que grâce à une grande habileté opératoire. Nos procédés ont le double avantage de donner des résultats bien supérieurs sans exiger une habileté particulière.

En revanche le principe de l'observation des conserves avant de les déclarer bonnes pour l'usage nous a paru excellent. Nous l'avons adopté et suivi invariablement, bien que nos procédés perfectionnés le rendent presque superflu.

Quant à chauffer dans la marmite de Papin des ballons chargés de bouillon et fermés seulement par un tampon de coton ou d'amianthe, il n'y faut pas songer. Le coton serré est un excellent filtre qui laisse passer l'air et arrête les germes, mais à la condition d'être sec. Une fois mouillé, les microbes y pullulent et le traversent; or il est évident qu'on ne peut chauffer un bouillon bouché de la sorte sans que la vapeur se condense dans le tampon et le mouille de part en part. Toute tentative de le sécher ensuite en place, avec une flamme, n'aboutit qu'à faire sauter le col du ballon et à brûler le coton.

DU TRANSVASAGE A TRAVERS LES TAMPONS

Le principe opératoire nouveau que j'ai imaginé et qui est à la base de tous mes procédés est celui de ne faire jamais passer le liquide dans un nouveau récipient autrement que par un tube stérilisé qui perfore la bourre servant de fermeture au vase que l'on veut remplir. Si simple que la chose puisse sembler au premier abord, l'on va voir qu'elle entraîne de nombreuses modifications dans le manuel opératoire actuellement en usage et que ces changements sont tous dans le sens d'une plus grande simplicité et d'une sécurité beaucoup plus complète.

La matière que nous préférons pour les tampons est l'amianthe qui a le double avantage de permettre un chauffage bien plus complet des verres à stériliser et de se laisser percer beaucoup plus facilement que l'ouate. Il faut seulement bien choisir son amianthe, car il y en a de toutes les qualités, depuis celle qui se réduit en poussière au moindre attouchement, jusqu'à celle qui est grossière comme de l'étoupe. La meilleure variété est flexible, fine, soyeuse; on doit la défaire et la carder soigneusement et chauffer les tampons au bec de Bunsen avant de les mettre en place. Le grand inconvénient de l'amianthe est de boucher moins bien que le coton; aussi faut-il prendre des tampons un peu épais et, après les manipulations, les renforcer en y superposant un second tampon d'ouate stérilisée.

Je vais du reste donner la description complète de ma façon de procéder, afin de faciliter la tâche des personnes qui voudraient adopter ce manuel.

Je commence par préparer un bouillon de bœuf salé conformément aux instructions de MIQUEL : « Pendant « cinq heures on fait décocter 1 kg. de chair musculaire « maigre de bœuf dans 4 litres d'eau; le bouillon, écumé « dès le début de l'ébullition, est laissé en repos, après « sa fabrication, dans un lieu frais jusqu'au lendemain, « puis dégraissé et neutralisé à la soude caustique. » Je mets ensuite ce bouillon, après l'avoir passé à travers un filtre en papier, dans une marmite de Papin et le maintiens pendant une heure à la température de 110°. Après refroidissement, il s'est formé un léger précipité floconneux que j'écarte par un nouveau filtrage à travers du papier. Ce bouillon restera désormais absolument clair malgré le chauffage le plus prolongé.

Je le verse dans une marmite de Papin présentant certaines dispositions spéciales que je veux décrire, et le maintiens à 110° pendant 4 à 6 heures consécutives. Sous l'influence de cette température, il se forme une quantité notable de peptones qui rendent la liqueur éminemment favorable au développement des genres pathogènes. Elle prend une teinte jaune plus ou moins accusée suivant la durée du chauffage. La marmite doit joindre bien hermétiquement, et une fois la température atteinte, il faut baisser la flamme du réchaud de manière à la maintenir sans amener une réduction notable du liquide par évaporation.

Le couvercle de cette marmite (Pl. V, fig. 1) est percé de trois ouvertures. L'un de ces orifices livre passage à un tube de cuivre fermé par le bas et qui sert à introduire un thermomètre (*th*) dans l'intérieur, sans l'exposer à la pression qui y règne et sans livrer passage à la vapeur. L'on verse dans ce tube un peu d'huile dans laquelle plonge le bulbe du thermomètre et qui accélère la transmission de la température. Le second orifice est celui de la soupape, dont le poids est réglé pour une température de 110 à 112° C.

La troisième ouverture, enfin, est fermée par un bouchon de liège percé d'un canal et serré par un écrou en forme de capuchon. A travers ce bouchon de liège, passe à frottement dur un tube métallique (fig. 1, *t*) recourbé deux fois en forme de siphon. L'on a soin, naturellement, de passer ce tube dans la flamme avant de le mettre en place. L'une des extrémités du siphon plonge donc dans la marmite; l'autre est munie d'un tuyau de caoutchouc à parois épaisses (fig. 1, *k*), dans lequel on introduit d'autre part une canule métallique.

Cette canule (Pl. V, fig. 4) qui est l'instrument indispensable de notre méthode, est un tube de trocart, dans l'extrémité duquel on a soudé la pointe coupée du même instrument (fig. 4, *tr*). Immédiatement au-dessus de cette pointe, on a pratiqué latéralement dans le tube une ouverture ovale (fig. 4, *o*). Cet instrument sert à la fois à percer les tampons d'amianthe et à livrer passage au bouillon stérilisé.

Les ballons ordinaires de conserves ont la forme indiquée sur la fig. 1 (*b*). Leur col présente un rétrécissement qui retient le tampon et l'empêche de descendre pendant la perforation. Ces ballons, munis de leur tampon, ont été préalablement stérilisés pendant plusieurs heures dans une étuve chauffée à 200° environ.

Tout étant préparé de la manière indiquée, voici comment je procède au transvasage. Je retire d'abord le tube *t* (fig. 1), de telle façon que son extrémité inférieure se trouve au milieu de la vapeur qui occupe le haut de la marmite. Ouvrant alors la pince qui tient le tube de caoutchouc fermé (fig. 1, *k*), je laisse cette vapeur surchauffée balayer pendant environ dix minutes le tube, le caoutchouc et la canule. Avec un bec de Bunsen, je flambe encore l'extérieur de cette canule-trocart pendant qu'elle est traversée par le jet de vapeur. Puis je plante la pointe dans un paquet d'ouate stérilisée, je referme la pince du caoutchouc et je descends le tube en siphon jusque près du fond de la marmite. Ouvrant alors la pince, je laisse échapper un peu de bouillon puis la referme et plante aussitôt le trocart à travers le tampon d'un des ballons stérilisés. La pince étant rouverte, le bouillon, chassé par la pression intérieure de la marmite, passe directement du fond de celle-ci dans le ballon. Après le remplissage

j'ajoute un tampon d'ouate stérilisée par-dessus l'amianthe. Les ballons se succèdent rapidement et bientôt tout le bouillon se trouve réparti dans les bouteilles, qu'il n'y a plus qu'à mettre en observation dans l'étuve chauffée à 35°. *Je n'ai pas encore perdu une seule conserve préparée de la sorte.* Tous mes ballons sont restés d'une limpidité irréprochable même après un mois et demi de séjour à l'étuve.

Les ballons que j'ai décrits ont une contenance d'un quart de litre; je les appellerai ballons de provision. Leur contenu servira au dosage des microbes de l'eau par les procédés que je décrirai plus loin. Pour d'autres usages il est bon de remplir directement des ballons d'expérience plus petits. J'emploie à cet effet des ampoules de 10 centimètres cubes environ de contenance (Pl. V, fig. 5, *b*). Le col de ces petits ballons étant assez étroit, il faut avoir recours à un autre artifice pour obtenir un bouchage à la fois suffisant et susceptible d'être perforé par le trocart sans danger d'entraîner la bourre. Je place sur l'entrée du col un morceau d'ouate et j'enfonce par-dessus un tube (*t*) de calibre un peu plus grand, à bords arrondis à la lampe. L'ouate se trouve serrée entre les parois des deux tubes (fig. 5, *c*) et donne de ce côté une fermeture parfaite. Devant l'ouverture du col, elle se trouve assez tendue pour se laisser percer par la pointe du trocart tout en retenant l'amianthe. Par-dessus cette première fermeture, je place une bourre d'amianthe (fig. 5, *a*) et c'est dans cet état que les ampoules passent à l'étuve, dont la température ne doit pas dépasser 160° pour ne pas brûler l'ouate; aussi le chauffage doit-il être plus prolongé. Le remplissage se fait de la même manière que pour les ballons de provision et un tampon d'ouate vient également

s'ajouter ensuite à celui d'amianthe pour compléter la fermeture. Je n'ai pas encore eu plus d'accidents avec cette forme de ballons qu'avec l'autre, quoique j'aie toujours eu soin de contrôler la stérilisation par une observation à l'étuve.

DU DOSAGE

Pour estimer le nombre des microbes que contient un volume donné d'eau, il importe d'abord de récolter cette dernière dans de bonnes conditions. Après divers tâtonnements, je me suis arrêté à la forme de tubes que représente la fig. 3 (Pl. V).

Je commence par munir le tube de deux bourres d'amianthe (fig. 3, *aa*), je ferme à la lampe l'extrémité inférieure effilée (*p*) et je porte ensuite le tout à une température voisine du rouge sombre. Après refroidissement, le tube peut être considéré comme parfaitement stérile.

Pour l'usage et au moment de puiser l'eau, j'adapte à la partie supérieure de ce tube un tuyau de caoutchouc, fermé par une pince, et qui me permettra de faire pénétrer le liquide par aspiration. Au moment même de procéder au puisage, je flambe la partie effilée du tube ainsi que la pince avec laquelle je dois en couper l'extrémité et je prélève immédiatement le liquide à essayer directement avec la pipette sans faire usage de vases à puiser dont les parois pourraient ajouter à l'eau quelque élément étranger et de nature à vicier le résultat de l'analyse.

Pour puiser l'eau dans la profondeur du lac p. ex., je fais usage de tubes semblables à ceux que je viens de décrire, mais scellés à la lampe à leurs deux extrémités, au moment où le tube entier est porté à une température

voisine du rouge sombre. Ce tube est fixé à une tige de métal qu'on flambe avant l'usage et qui est munie d'une branche mobile à équerre, mise en mouvement à distance par un fil de fer. L'appareil étant plongé à la profondeur voulue, une traction exercée sur le fil de fer amène la rupture de la pointe et la branche mobile, continuant son chemin, permet à l'eau de pénétrer dans l'espace intérieur, en partie vide, sans risquer de la contaminer.

Après le remplissage, qui ne doit jamais être que partiel (Pl. V, fig. 3, *l*), il suffit de tourner la pointe du tube un peu en l'air pour permettre à la bulle d'air stérilisé qui en occupe le sommet de venir occuper la pointe, ce qui permet de fermer cette dernière dans le jet de flamme d'un éolipyle à esprit-de-vin dont on a eu soin de se munir. La courbure en bayonnette du tube sert à permettre ces inclinaisons sans danger de mouiller la bourre, accident qu'il faut absolument éviter.

Le dosage doit se faire le plus tôt possible après la récolte de l'eau, pour éviter les chances d'erreur qui peuvent résulter, soit de la multiplication des microbes que l'eau contient, soit leur adhérence contre les parois du verre. Au moment du dosage l'on aura soin d'agiter l'eau contenue dans le tube et de laisser écouler les premières gouttes qui, se trouvant dans la partie effilée, ont pu se dépouiller de leurs germes par dépôt contre les parois.

L'estimation du nombre des germes se fait d'après la méthode si ingénieuse des cultures fractionnées, dont nous sommes redevables à Pasteur et dont Miquel a fait l'application à ses analyses de l'air et de l'eau. Après avoir essayé le procédé que propose ce dernier savant et qui consiste à diluer l'eau à étudier avec une forte quantité d'eau

stérilisée pour répartir ensuite ce mélange dans les ballons de bouillon, j'en suis venu à simplifier cette méthode et à la rendre à la fois plus sûre et plus expéditive en mélangeant directement l'eau impure avec le bouillon stérilisé. Il suffit alors de répartir le mélange dans des ballons stérilisés à sec; on fait l'économie d'une opération et conséquemment aussi d'une cause de contamination accidentelle.

J'emploie des burettes de verre (Pl. V, fig. 2, *E*) amincies aux deux extrémités pour l'adaptation de tubes de caoutchouc et d'une contenance de 100 centimètres cubes, avec une division qui va jusqu'au dizième de cent[s], disposée de telle sorte que le n° 100 corresponde exactement à l'orifice inférieur et que le 0 soit à une petite distance de l'extrémité supérieure.

Lorsque ces burettes ont déjà servi, il est bon de leur faire subir une première stérilisation préalable dans une étuve de forme spéciale, après avoir bouché les deux orifices par des tampons d'amianthe. Les tubes de caoutchouc usagés peuvent être traités par l'eau oxygénée. Avant l'usage, la burette, munie de ses deux caoutchoucs est adaptée à une tubulure d'une marmite de Papin et disposée dans une gouttière garnie de laine, de telle façon que l'orifice d'écoulement soit fortement incliné vers le bas. La vapeur, chauffée à 110° (au besoin l'on peut la surchauffer par le passage à travers un petit serpentin dont un bec de Bunsen occupe le centre), doit traverser la burette en un jet abondant pendant une demi-heure environ. L'on place alors une pince sur le caoutchouc d'en bas et une baguette de verre flambée dans l'orifice béant de ce tuyau; après avoir fermé de même l'orifice supérieur, la burette peut être considérée comme parfaitement stérilisée. Si l'on essaye d'introduire dans son

intérieur un bouillon que l'on remet ensuite dans un ballon d'observation, le liquide ne se trouble pas; preuve que les précautions prises sont suffisantes.

La burette, ainsi préparée est fixée à un support vertical. La baguette de verre de l'extrémité inférieure est remplacée par une canule-trocart purifiée à la vapeur et à la flamme, et la baguette de verre supérieure par un tube de verre muni d'une bourre d'amianthe stérilisée. Les choses étant ainsi disposées, je passe mon trocart à travers le tampon d'amianthe (la bourre extérieure de coton est enlevée au moment de l'opération) d'un ballon de provision qui a fait ses preuves à l'étuve. Ouvrant alors la pince inférieure, l'on voit le bouillon se précipiter dans la burette grâce au vide produit par la condensation de la vapeur d'eau. Il s'en dégage des quantités de bulles de gaz qui ne sont autre chose que l'air dissous dans la liqueur ; mais ces bulles se redissolvent bientôt dans la colonne montante du liquide qui vient remplir la burette jusque tout en haut. Il ne reste d'habitude guère plus d'un centimètre cube au-dessus du liquide, occupé sans doute par un reste du gaz qui s'était dégagé du bouillon. Ouvrant ensuite les deux pinces, je laisse descendre le bouillon jusqu'à la marque voulue (généralement à 2 dixièmes au-dessous du 0).

Pour introduire l'eau à essayer, on fait passer la partie effilée du tube de récolte par le canal du caoutchouc supérieur après avoir adapté à l'orifice supérieur de ce tube un capuchon de caoutchouc semblable à ceux des petites pipettes du micrographe. Il est alors facile de ne laisser tomber que très juste la quantité d'eau voulue — à la condition que les bourres n'aient pas été mouillées. Après avoir refermé les caoutchoucs, on mélange conscien-

cieusement les liquides; il est bien facile ensuite de répartir le mélange dans de petits ballons de la forme de la fig. 5, par les procédés et avec les précautions indiquées ci-dessus. L'on devra en particulier avoir soin que le trocart ne reste jamais exposé à l'air libre, mais soit toujours introduit dans un espace stérile, car il faut éviter de le flamber entre les remplissages, sous peine de diminuer le nombre des germes vivants de la liqueur mélangée.

Les petits ballons restent ensuite en observation pendant quatre semaines. La grande majorité des troubles se produit pendant les premiers jours. C'est l'époque où il faut les observer de près. A partir du 15ᵉ jour, les cas nouveaux sont une rare exception. Les résultats sont en général très nets, les cultures assez caractéristiques pour permettre de distinguer les espèces déjà à l'œil nu, d'après la disposition générale de la végétation.

RÉSUMÉ

Les avantages de notre méthode sur celles qui ont été publiées jusqu'à ce jour sont trop évidents pour que nous les fassions ressortir. La sécurité des opérations établie par l'expérience, leur simplicité qui ne fait plus dépendre le succès d'une habileté opératoire tout exceptionnelle, et qui réduit de 3 à 2 le nombre des transvasages, tels sont les progrès qui mettent ces dosages pour ainsi dire à la portée de tout le monde. Ajoutons encore le bon marché de l'outillage. Au lieu d'une grande cuve pour le bain de chlorure de calcium, au lieu de tubes à boule assez coûteux, nous pouvons tout faire avec un vieux fourneau à doubles parois, pour le chauffage à sec, une

marmite de Papin, quelques burettes et des ballons de forme simple, assez peu coûteux. Avec une grande étuve à température constante, l'outillage complet pour des expériences à faire sur une petite échelle est à la portée de toutes les bourses [1].

J'estimerai que mes efforts sont largement récompensés si ces indications peuvent contribuer à vulgariser la méthode et à augmenter le nombre des observateurs.

[1] Mon fournisseur, M. A.-S. Penfold, Grand'rue, nº 10, à Genève, se charge de fournir sur commande des ustensiles pareils à ceux qu'il m'a faits. Il livre un assortiment pour des analyses de l'eau sur une petite échelle (comprenant la marmite de Papin, burettes, ballons provision, 200 petits ballons d'essais, pinces, etc.), au prix de 80 fr. Si l'on veut y ajouter les tubes pour l'analyse de l'air, le prix est de 90 fr.

SUR

LES ARCS-EN-CIEL

PAR

M. le prof. TYNDALL [1]

Pendant notre court séjour dans les Alpes [2] en 1883 nous avons été favorisés quelquefois par un temps d'une pureté sans tache; mais nous avons eu aussi notre part de brouillard et de bruine. Le soir du 22 septembre l'atmosphère était particulièrement sombre et épaisse. A 9 heures j'ouvris une porte à l'extrémité d'un passage et je regardai dans l'obscurité, derrière moi était suspendue une petite lampe dont la lumière projetait l'ombre de mon corps sur le brouillard. J'avais vu souvent une ombre semblable, mais dans le cas présent elle était accom-

[1] Lecture faite à l'*Institution royale de la Grande-Bretagne*, le vendredi 18 janvier 1884; traduction. — Nous avons supprimé la première partie de cette conférence donnant un résumé des recherches antérieures et des diverses théories faites sur l'arc-en-ciel, et nous abordons tout de suite les observations originales de M. Tyndall.

(*Réd.*)

[2] A *Lusgen-Alp*, ou *Bellalp*, propriété de M. Tyndall, près de Brigue en Valais, au-dessus du grand glacier d'Aletsch.

pagnée d'une apparence que je n'avais jamais remarquée auparavant. Un cercle lumineux pâle et blanc, complet, excepté dans la partie cachée par l'ombre, se dessinait dans l'obscurité bien au delà des limites de l'ombre et même de celles de la partie éclairée du brouillard. Quand j'avançais dans le brouillard ce curieux halo marchait devant moi. Si je n'avais pas été aussi convaincu de mon peu de mérite, j'aurais pu prendre ce phénomène pour un présage de canonisation. Benvenuto Cellini vit quelque chose de ce genre entourant son ombre et il conclut de là à une faveur surnaturelle. Je changeai la position et l'intensité d'éclat de la lampe et je trouvai qu'une simple bougie suffisait pour rendre visible la bande lumineuse. Je mesurai grossomodo avec deux lattes croisées, l'angle sous-tendu par le rayon du cercle, et trouvai qu'il était sensiblement le même que celui qu'avait constaté Descartes, — c'est-à-dire, 41°. Ce fait, et d'autres encore m'amenèrent à supposer que ce halo était un arc-en-ciel circulaire. Une semaine plus tard l'air étant dans les mêmes conditions de brume, j'observai très bien le cercle lumineux depuis une autre porte, la lampe qui le produisait étant posée sur une table derrière moi.

Il n'est pourtant pas nécessaire d'aller dans les Alpes pour être témoin de ce singulier phénomène. J'ai construit, parmi les bruyères de Hind Head, une hutte, dans laquelle je me retire quand mon cerveau a besoin de repos ou que mes muscles manquent de vigueur. La hutte a deux portes, une ouvrant au nord, l'autre au sud, et nous avons pu nous y occuper agréablement et utilement pendant les temps de brouillard que nous avons traversés récemment. Otant le capuchon d'une petite lampe à pétrole et la plaçant derrière moi, pendant que je me tenais

dans l'une ou l'autre des embrasures de porte, j'observai à plusieurs reprises dans des nuits différentes des cercles lumineux très remarquables entourant mon ombre. Ils étaient parfois plus beaux au nord, parfois au sud, cette différence provenant en grande partie de la direction du vent. Le soir de Noël l'atmosphère était particulièrement favorable, elle était remplie d'un vrai brouillard à travers lequel tombait cependant d'une manière distincte une pluie extrêmement fine ; dans cette occasion-là les cercles lumineux furent exceptionnellement brillants et bien marqués soit au nord, soit au sud de la hutte. Ils étaient, comme je l'ai dit, répandus dans le brouillard bien au delà de la partie éclairée et c'était l'obscurité sur laquelle ils se projetaient qui leur prêtait en apparence tant d'éclat. Les « rayons effectifs » qui arrivaient à l'œil pendant cette observation donnaient la *direction*, mais pas la distance, en sorte que les cercles paraissaient venir d'une portion de l'atmosphère qui n'avait rien à faire avec leur production. Quand la lampe fut apportée dans le brouillard l'éclairement du milieu fit presque disparaître le halo ; l'œil qui l'avait vu pouvait encore le distinguer, mais si affaibli qu'il s'évanouissait presque. Il y a donc quelque avantage à posséder une hutte dans les landes, ou sur une montagne, ayant des portes qui bornent l'étendue du brouillard éclairé.

J'eus aussi le jour de Noël l'occasion de constater un phénomène que l'on voit rarement. Les vapeurs et le brouillard avaient été très épais le matin de bonne heure et dans une promenade avant le déjeuner mon vêtement de pilote humecté s'était couvert de globules d'eau minuscules qui, sur le fond sombre, produisaient l'apparence de la fleur d'une prune. A mesure que le jour avançait

le ciel devenait plus lumineux au sud-est, et on vit enfin le pâle disque du soleil luttant avec les nuages épars. A dix heures le soleil était tout à fait victorieux, les bruyères étaient ornées de gouttelettes pendantes, tandis que certaines herbes rameuses chargées de perles liquides, présentaient, au soleil, un aspect d'une beauté exquise. Traversant les prairies pour rejoindre la route de Portsmouth, nous tournâmes nos regards, ma femme et moi, du côté du soleil. Le brouillard fumeux s'était dissipé, mais sa disparition était accompagnée, ou peut-être causée par la coalescence de ses plus petites particules en petits globules, visibles lorsque la lumière les frappait sous un certain angle, mais pas autrement; ils suivaient tous les remous de l'air de haut en bas, de côté et d'autre; leur extrême mobilité était bien faite pour suggérer l'idée qui prévaut sur le continent, que les particules du brouillard au lieu d'être des petites gouttelettes pleines sont des bulles ou vésicules. Les nuages sont censés devoir leur faculté de flotter à cette cause. Cette théorie vésiculaire n'a jamais pris racine en Angleterre; et n'est pas, je crois, basée sur des faits.

Pendant que j'étais au milieu de ces petites particules tourbillonnantes, si visibles à l'œil, et pourtant si petites et si légères qu'elles étaient absolument impalpables à la peau soit des mains, soit de la figure, je me dis qu'elles devaient sûrement donner un arc quelconque. Tournant le dos au soleil je me baissai de manière à rester dans la couche de ces particules que je pensais être peu profonde, je vis en effet le phénomène auquel je m'attendais, un arc sans couleur qui, quoique blanc et pâle, était bien marqué et avait un aspect très frappant. Une fois ou deux je crus discerner une faible rougeur sur le bord extérieur.

Il n'était même pas nécessaire de se baisser pour le voir et pendant que nous marchions le long de la nouvelle route de Portsmouth l'arc blanc cheminait avec nous. A un certain endroit nous montâmes sur la vieille route de Portsmouth, d'où nous regardâmes l'arc en ayant comme premier plan un espace plat de bruyères très sombres. Le soleil était alors devenu ardent, et le ciel au-dessus de nous bleu, il n'y avait rien à ce moment-là dans l'atmosphère, qu'on pût appeler de la pluie. Tout à coup ma compagne s'écria : « Je vois le cercle tout entier, se rejoignant à mes pieds ! » Au même instant le cercle devint visible pour moi aussi. C'était la teinte foncée du terrain immédiatement devant nous qui nous permettait de voir la moitié inférieure de la pâle bande lumineuse qui se projetait dessus. Nous fîmes le tour de Hind Head Common en ayant presque toujours l'arc en vue. Son sommet disparaissait quelquefois montrant par là que les petites particules qui le produisaient ne s'étendaient pas à une grande hauteur dans l'atmosphère. Dans ce cas-là on ne voyait plus que deux contreforts brillants dont on se fût difficilement expliqué la cause,si l'on n'avait pas vu l'arc précédemment. Les extrémités de l'arc qui plongeaient dans quelques-unes des combes ou des vallées où les particules flottantes s'étaient amassées en plus grand nombre émettaient une lueur plus vive que les autres parties. Pendant notre promenade l'arc se brisa et se reforma plusieurs fois ; et n'eût été notre expérience préalable dans les Alpes et à Hind Head il aurait bien pu échapper à notre attention. Ce qui manquait en beauté et en intensité à cet arc comparé à l'arc coloré ordinaire était plus que compensé à nos yeux par sa nouveauté et son étrangeté.

L'arc-en-ciel blanc a été décrit pour la première fois par l'Espagnol Don Antonio de Ulloa, lieutenant de la compagnie des gentilshommes-gardes de la marine. Par ordre du roi d'Espagne, Don Jorge Juan et Ulloa firent une expédition dans l'Amérique du Sud, dont on trouve le récit dans deux volumes in-quarto richement illustrés à la bibliothèque de l'Institution royale. L'arc fut observé du sommet du mont Pambamarca, au Pérou. L'angle sous-tendu par son rayon était 33°30′, ce qui est considérablement moins que l'angle sous-tendu par le rayon de l'arc ordinaire. Il y a quelques différences à noter entre le phénomène observé par nous le jour de Noël et celui que décrit Ulloa. Dans son cas il y avait un brouillard suffisamment dense pour qu'on pût voir son ombre ainsi que celles de ses six compagnons ; chacun ne voyant pourtant que la sienne propre, autour de laquelle on observait ces zones colorées qui caractérisent le « spectre du Brocken. » Dans notre cas on ne voyait pas d'ombres, car il n'y avait pas de brouillard formant un écran sur lequel elles auraient pu se projeter, cela implique aussi l'absence des zones de couleur observées par Ulloa.

L'arc-en-ciel blanc a été expliqué de différentes manières. Un savant français, M. Bravais, qui a beaucoup écrit sur les phénomènes optiques de l'atmosphère a cherché à rattacher l'arc à la théorie vésiculaire à laquelle j'ai fait allusion. Cette théorie, cependant, est plus que douteuse, et n'est pas nécessaire [1]. Le génie de Thomas Young jette sa clarté sur ce sujet, comme sur beaucoup d'autres. Il montre que la blancheur de l'arc est une conséquence

[1] La théorie vésiculaire a été très habilement combattue en France par l'abbé Raillard, qui a fait aussi une intéressante analyse de l'arc-en-ciel à la fin de sa traduction de mes « Notes on Light. »

directe de la petitesse des gouttes qui le produisent, et dans le fait les atomes d'eau flottants que nous avons vus à Hind Head[1] étaient exactement tels qu'il les fallait pour produire le phénomène. Mais les observations d'Ulloa placent distinctement son arc blanc *dans l'intérieur* de l'espace qui aurait été occupé par l'arc-en-ciel ordinaire — c'est-à-dire, dans la région des surnuméraires; et Thomas Young a expliqué l'arc d'Ulloa par l'action des surnuméraires les uns sur les autres. Plus les gouttes sont petites, plus les zones des arcs surnuméraires sont larges et Young a prouvé par le calcul, que quand les gouttes ont un diamètre d'$\frac{1}{3000}$ ou d'$\frac{1}{4000}$ de pouce les bandes se superposent et produisent la lumière blanche par leur mélange. Contrairement à l'arc géométrique, le rayon de l'arc blanc varie dans certaines limites que M. Bravais a trouvé être 33°30′ et 41°46′ respectivement. Dans ce dernier cas l'arc blanc est généralement l'arc ordinaire, privé de ses couleurs par la petitesse des gouttes. Dans tous les autres cas il est produit par l'action des surnuméraires.

Le physicien investigateur désire, non seulement observer les phénomènes naturels, mais les reproduire — les faire entrer pour ainsi dire dans le domaine de l'expérience. L'observation nous enseigne ce que la nature veut bien nous révéler; en faisant les expériences nous la plaçons sur le banc des témoins, nous l'examinons et ti-

[1] Si notre refuge dans les Alpes avait été construit du côté sud de la vallée du Rhône, de façon à nous permettre de regarder au fond et au travers de la vallée en ayant le soleil derrière nous, nous aurions, je crois, souvent vu l'arc blanc, tandis que, placés sur le côté opposé du versant de la montagne, qui regarde le soleil, nous ne l'avons jamais vu.

rons d'elle des renseignements qui dépassent ceux qu'elle aurait voulu, ou pu, nous donner spontanément. C'est pour cela que, à mon retour de Suisse au mois d'octobre dernier, j'ai cherché à reproduire dans mon laboratoire les effets que j'avais observés dans les montagnes. Mon premier but était donc d'obtenir artificiellement un mélange de brouillard et de bruine analogue à celui que j'avais observé de la porte de notre maison. Une forte bouilloire cylindrique en cuivre, haute de 16 pouces et d'un diamètre de 12 pouces, fut presque remplie d'eau et chauffée par une flamme de gaz jusqu'à ce que la vapeur produisît une pression de vingt livres. On ouvrit alors une soupape au sommet de la bouilloire et la vapeur jaillit violemment dans l'atmosphère, entraînant mécaniquement des gouttelettes d'eau avec elle et se condensant plus haut en gouttelettes de même espèce. Cela donna une assez bonne imitation de l'atmosphère des Alpes. Après quelques expériences je réussis à voir le cercle lumineux et une fois que je l'avais obtenu il me restait à en augmenter l'intensité. J'essayai successivement des lampes à huile, la lampe oxyhydrique et la lumière électrique nue, en plaçant la source des rayons dans une chambre et la bouilloire dans une autre, tandis que l'observateur se tenait entre les deux, tournant le dos à la lumière. Mais il n'est pas nécessaire d'insister sur ces premières expériences puisqu'elles ont été surpassées par celles que je fis avec les arrangements que j'adoptai ensuite. Mon mode de procéder fut celui-ci : La lumière électrique étant placée dans une lanterne munie d'une lentille condensatrice à sa face antérieure, la position de la lentille fut déterminée de façon à ce qu'elle produisît un rayonnement suffisamment large pour entourer ma

tête tout entière et laisser une auréole de lumière autour. Comme il était désirable de diminuer autant que possible la lumière étrangère pénétrant dans l'œil, le rayon était dirigé sur une surface éloignée, noire et il était facile de bouger la tête jusqu'à ce que son ombre arrivât à occuper le centre de l'espace lumineux. Pour obtenir le meilleur effet il était nécessaire de se tenir tout près de la bouilloire, de manière à être plongé dans le brouillard et la bruine. Cependant je reconnus bientôt que le brouillard ne faisait que gêner. Au lieu de l'augmenter, il altérait l'effet, et je cherchai à le supprimer. Je laissais échapper la vapeur de la bouilloire pendant quelques secondes et lorsque je refermais la soupape le nuage se dissipait bientôt, laissant derrière lui une quantité de petites sphères liquides flottant dans le rayon de lumière. Un bel arc-en-ciel circulaire passait instantanément dans l'air devant l'observateur. L'arc primaire était dûment accompagné par son arc secondaire, les couleurs étant, comme d'habitude, renversées. L'arc jaillissait aussitôt que la soupape était ouverte, ne fût-ce même qu'une seule seconde. Je laissai ainsi vingt fois de suite échapper une bouffée de la bouilloire, chaque bouffée étant suivie de ce beau météore. Les arcs produits par des bouffées isolées sont éphémères parce que les petits globules disparaissent rapidement, mais on obtient une plus grande durée quand la soupape est laissée ouverte pendant un temps suffisant pour qu'une quantité un peu considérable de bruine se répande dans l'air [1].

[1] Il vaut peut-être la peine de remarquer ici que, quand on se sert de la camera et de la lentille, la section du faisceau lumineux qui envoie ses « rayons effectifs » à l'œil peut n'avoir pas plus d'un pied de largeur, tandis que l'arc circulaire engendré par ces rayons

J'ai essayé beaucoup d'autres procédés pour obtenir cette pluie fine, il suffira d'en citer deux. La grille d'un arrosoir en suggère naturellement un et je fis construire quelques appareils d'après ce principe. La surface extérieure était toujours convexe, la mince plaque convexe de métal étant percée de petits trous, trop petits pour être vus à l'œil nu. Quelques petits qu'ils fussent il en sortait des filets d'une grosseur très appréciable, mais à quelque distance au-dessous de la grille les filets se rompaient et formaient une pluie fine. Les petits orifices sont très sujets à être bouchés par les particules en suspension dans l'eau de Londres, je dus donc employer de l'eau filtrée. Je fis placer sur le toit de l'Institution royale un grand réservoir du fond duquel descendait verticalement un bout de tube en composition, d'un pouce de diamètre et d'environ vingt pieds de long. A l'extrémité de ce tube était vissée une grille ou un groupe de deux, trois ou quatre, suivant l'étendue ou la densité de l'averse de pluie qu'il s'agissait d'obtenir et que l'on produisait ensuite par le simple jeu d'un robinet. Les arcs circulaires observés avec cette pluie-là sont beaucoup plus riches de couleurs que ceux qu'on obtient avec les globules plus petits de la vapeur condensée. Pour voir l'effet complet et dans toute sa beauté il est nécessaire de se placer

peut selon toute apparence avoir quinze ou vingt pieds de diamètre. Dans ce faisceau les gouttes qui produisent l'arc doivent être très près de l'œil, car les rayons n'auraient pas l'angle voulu pour des gouttes plus éloignées. La distance apparente de l'arc circulaire est souvent grande en comparaison de celle des gouttes dont il provient. La distance et le diamètre sont tous deux variables. Dans l'arc-en-ciel nous ne voyons pas un objet localisé, mais nous recevons une impression lumineuse, qui paraît souvent venir d'une portion du champ visuel très éloignée de l'origine de l'arc.

bien exactement sous l'ondée et non pas en dehors, il faut donc avoir un manteau et un bonnet de caoutchouc auxquels on peut ajouter avec avantage une paire de galoches. Une personne placée en dehors du faisceau lumineux pourrait voir des portions de l'arc primaire et de l'arc secondaire dans les endroits correspondant à leurs angles respectifs mais les couleurs seraient alors peu marquées et comme effacées, tandis que, sous l'averse, avec l'ombre de la tête occupant la place voulue sur l'écran, l'effet est d'un éclat extraordinaire. L'arc primaire se revêt des plus riches teintes, tandis que le secondaire quoique moins éclatant a aussi des couleurs d'une force et d'une pureté étonnantes.

Mais l'arc primaire est accompagné de phénomènes faits pour attirer et fixer l'attention presque plus que l'arc lui-même. J'ai déjà mentionné l'existence de rayons effectifs en outre de ceux qui servent à former l'arc géométrique; ils envahissent l'arc primaire, et, pour employer l'expression de Thomas Young, « ils produiraient une faible lumière diffuse continue, si ce n'était la loi générale de l'interférence qui divise la lumière en anneaux concentriques. » On aimerait avoir un moyen de montrer à Young combien ces paroles ont reçu littéralement leur accomplissement et de quelle splendide manière sa théorie est illustrée par ces arcs-en-ciel circulaires artificiels. Car ici l'espace compris dans les bandes primaires est constamment traversé par des surnuméraires concentriques, colorés comme l'arc-en-ciel et se rétrécissant graduellement à mesure qu'ils s'éloignent des primaires. Ces arcs apocryphes comme on les appelle quelquefois[1], et qui constituent une des plus splendides illus-

[1] Je confesse que cette expression ne me plaît pas.

trations du principe de l'interférence, sont séparés les uns des autres par des zones obscures où les ondes lumineuses en se superposant s'annulent l'une l'autre. J'ai compté jusqu'à huit de ces belles bandes, concentriques à l'arc primaire. Les surnuméraires se forment près de la couleur la plus réfrangible de l'arc et par conséquent *en dedans* du cercle primaire. Mais dans l'arc secondaire le violet qui est la couleur la plus réfrangible est à *l'extérieur ;* au delà du violet de l'arc secondaire j'ai quelquefois compté jusqu'à cinq de ces arcs. On peut se faire une idée de l'intensité de l'arc primaire quand on voit que le secondaire peut produire de tels effets.

On emploie pour humecter l'air dans le palais du Parlement un pulvérisateur très commode. Un filet d'eau chassé sous une forte pression sort d'un étroit orifice et vient frapper sur un petit disque placé à la distance de un vingtième de pouce environ de celui-ci. En touchant le disque l'eau se répand latéralement et se réduit en vapeur excessivement fine. Je me suis aussi servi de ce pulvérisateur isolément et en groupes, ce dernier arrangement étant employé quand j'avais besoin d'averses d'une étendue ou d'une densité spéciale. J'ai obtenu avec ce genre de pulvérisateur des effets extrêmement brillants pour les arcs primaires, secondaires et surnuméraires. La quantité d'eau nécessaire avec ce dernier instrument étant beaucoup moindre qu'avec la grille, l'inondation du local est beaucoup moins considérable. Sous ce dernier rapport la bruine produite par la vapeur est particulièrement commode, une bouffée durant deux secondes suffit pour faire apparaître les arcs, et l'averse qui s'ensuit est si faible qu'on n'a aucun besoin de vêtements de caoutchouc. Dans les autres cas l'inconvénient provenant

de l'eau peut être en grande partie évité en ouvrant le pulvérisateur pendant un court espace de temps et arrêtant l'approvisionnement d'eau. La vision de l'arc étant proportionnée à la durée de la pluie, quand celle-ci est courte le phénomène est éphémère; ainsi lorsque l'observateur désire l'examiner tranquillement et d'une manière suivie il faut qu'il prenne son parti de braver la pluie [1].

Le pulvérisateur que je viens de décrire en dernier lieu se recommande à notre attention par un point important en particulier. Nous pouvons par son moyen opérer avec des substances plus coûteuses que l'eau, et obtenir des arcs-en-ciel de liquides qui ont des indices de réfraction très variés. Pour étendre le champ d'expériences dans ce sens j'imaginai l'arrangement suivant : Une forte bouteille cylindrique en fer, entièrement ou partiellement remplie du liquide qu'on veut expérimenter est solidement fermée par un bouchon de cuivre; à travers le bouchon passe un tube de métal qui y est soudé hermétiquement et qui se termine près du fond de la bouteille de fer; le pulvérisateur est fixé à l'extrémité libre de ce tube. Un second tube passe aussi à travers le bouchon, mais se termine au-dessus de la surface du liquide. Ce second tube qui est long et flexible est relié à une bouteille de fer plus grande, contenant de l'air comprimé. Élevant la petite bouteille à une hauteur convenable on ouvre soigneusement l'orifice de la plus grande, l'air passe à travers le tube flexible dans la plus petite, exerce une pression sur la surface du liquide qui y est contenu, l'entraîne dans l'autre tube et le fait frapper avec le

[1] Comme on peut s'y attendre, les rayons qui forment l'arc artificiel, émergent des gouttes polarisées.

degré de force voulu contre le disque du pulvérisateur, d'où il tombe en une pluie fine. Un grand nombre de liquides, y compris des liquides colorés ont été éprouvés à l'aide de cet agencement et ont donné des résultats très remarquables. Je me bornerai ici à citer deux liquides qui se recommandent par leur bon marché et par l'éclat de leurs effets. L'essence de térébenthine produit un arc circulaire d'une intensité et d'une vigueur de coloration extraordinaires. On obtient le même effet avec l'huile de paraffine ou le pétrole.

L'analyse spectrale, comme on le croit généralement s'occupe des actions atomiques ou moléculaires, mais on peut aussi l'appliquer à nos pluies. Je me suis demandé si une averse composite, — c'est-à-dire produite par des gouttelettes mélangées de deux ou trois liquides différents, — pourrait être analysée et montrer ainsi par la production des arcs-en-ciel propres aux différents liquides, de quelles matières elle est constituée. Ce fut en effet le cas. Dans l'arc-en-ciel ordinaire la bande colorée la plus étroite est produite par la lumière la plus réfrangible. En général, plus la réfraction est grande, plus l'arc est petit. Puisque l'essence de térébenthine et la paraffine sont tous les deux plus réfringents que l'eau, je pensais qu'il était probable que dans une pluie d'eau et de paraffine mélangées, ou d'eau et de térébenthine, le cercle, plus petit et plus lumineux de cette dernière, se verrait dans le cercle plus grand de la première. Le résultat fut exactement conforme à mon attente. Commençant avec l'eau j'eus d'abord ses deux arcs, puis je laissai

[1] Le rose d'aniline dissous dans l'alcool, produit un arc splendide avec des surnuméraires tout particulièrement larges.

la térébenthine tomber et se mélanger à l'eau et je vis apparaître dans le grand cercle aux belles couleurs de l'eau, celui plus richement coloré encore de la térébenthine. Ou bien, commençant par la térébenthine et projetant son iris concentré, j'ouvris ensuite l'appareil contenant l'eau, et quoique la pluie continuât de paraître tout à fait homogène, son vrai caractère était aussitôt révélé par le jaillissement du grand arc concentrique de l'eau. L'arc primaire de l'eau est toujours accompagné par le secondaire. En outre on trouve toujours, associés avec tous les arcs, primaires et secondaires, les surnuméraires qui leur appartiennent, et il ne serait guère possible de voir une plus belle illustration expérimentale des principes de l'optique. Elle n'est pas moins frappante pour ne provenir que d'une simple combinaison d'un rayon de lumière et d'une averse de pluie.

Dans les « Philosophical Transactions » de 1835, feu le colonel Sykes a donné une brillante description d'un arc-en-ciel solaire circulaire qu'il avait observé aux Indes pendant une période de brouillards et de brume dans les abîmes des Ghâts du Deccan.

« C'était pendant une période semblable que j'eus plusieurs occasions d'être témoin de ce singulier phénomène, l'arc-en-ciel circulaire, dont, à cause de sa rareté on ne parle que comme d'un fait possible. Le stratum de brouillard du Konkun s'élevait en quelques occasions un peu au-dessus du niveau du sommet d'un précipice formant l'escarpement nord-ouest de la colline fortifiée de Hurreechundurghur, de 2000 à 3000 pieds, perpendiculaire, sans venir sur le plateau. J'étais placé sur le bord du précipice, juste à la limite du brouillard, le soleil étant derrière moi à une très faible hauteur et le ciel sans nua-

ges. Grâce à ce concours de circonstances favorables, l'arc circulaire parut dans toute sa perfection et avec les couleurs les plus vives, une moitié au-dessus du niveau où je me trouvais, et l'autre au-dessous. Des ombres très nettes de moi-même, de mon cheval et d'autres personnes se voyaient au centre du cercle comme un tableau auquel l'arc faisait un cadre resplendissant. Mes compagnons ne voulaient pas croire que les figures qu'ils voyaient dans des circonstances si extraordinaires, pussent être leurs propres ombres et ils gesticulaient avec leurs bras et leurs jambes et mettaient leurs corps dans toutes sortes de postures, afin de s'assurer du fait en voyant les images dans le cercle faire les mouvements correspondant aux leurs ; et il fallut quelque temps pour que le sentiment superstitieux avec lequel ils regardaient ce spectacle se dissipât. D'après la proximité à laquelle nous étions du brouillard, je ne crois pas que le diamètre du cercle dépassât cinquante ou soixante pieds. Le cercle brillant était accompagné de l'arc extérieur ordinaire, de couleurs plus pâles. »

M. E. Colborne Baber un voyageur accompli et intrépide a récemment enrichi les « Transactions » de la Société royale de géographie, d'un mémoire d'un rare mérite, dans lequel il raconte ses voyages dans la Chine occidentale. Il a fait là l'ascension du mont O, une éminence très célèbre dont la hauteur est d'environ 11,000 pieds au-dessus du niveau de la mer et qui est flanquée d'un côté par une falaise de « plus d'un mille de haut. » Du bord de cette falaise, où ont été placées des bornes et des chaînes en guise de garde-fou, on regarde dans l'abîme, et si la chance, ou plutôt la brume vous favorise, vous voyez là un miracle, que M. Baber décrit ainsi :

« C'est naturellement avec quelque émotion que les pèlerins approchent de ce terrible précipice, mais ils y sont attirés par l'espoir d'apercevoir la mystérieuse apparition connue sous le nom de « Fo-Kuang, » ou « Gloire du Bouddha, » qui flotte dans les airs. Tant de témoins oculaires m'avaient parlé de cette merveille, que je ne pouvais pas en douter; mais je regardai longtemps et fixement dans le gouffre sans succès et je revins désappointé, mais non incrédule. Elle me fut décrite comme un cercle d'un brillant éclat et de diverses couleurs, rompu du côté extérieur par des jets lumineux et entourant un disque central aussi brillant que le soleil mais plus beau. Les bouddhistes dévôts assurent que c'est une émanation de l'auréole du Bouddha et un signe visible de la sainteté du mont O.

« Quelque impossible que cela semble, ce phénomène existe réellement. Je crois qu'on ne peut pas demander de meilleure preuve d'un miracle bouddhiste que l'attestation d'un missionnaire baptiste, à moins que ce ne soit, comme dans ce cas-là, celle de *deux* missionnaires baptistes. Deux messieurs appartenant à cette secte ont fait l'ascension de cette montagne depuis ma visite et ont vu la Gloire du Bouddha plusieurs fois. Ils racontent qu'elle ressemble à un disque doré comme le soleil, entouré d'un anneau formé des couleurs prismatiques plus rassemblées que dans l'arc-en-ciel... L'un des missionnaires me dit qu'il était environ trois heures de l'après-midi, vers le milieu du mois d'août, lorsqu'ils virent le météore, et qu'on ne pouvait le voir que quand le précipice était plus ou moins enveloppé de brume. Il semblait être posé sur la surface du brouillard et était toujours dans la direction d'une ligne allant du soleil à leurs têtes, ainsi que le prouve le fait que l'ombre de leurs têtes était toujours visible sur le météore.

Ils pouvaient, pour ainsi dire, faire disparaître l'ombre de leurs têtes en se baissant, mais ne sont pas sûrs qu'ils eussent pu le faire en s'écartant de côté. Cependant, chaque spectateur pouvait voir les ombres de ses compagnons aussi bien que la sienne propre, projetée sur l'apparition. Ils n'observèrent pas de rayons partant de l'arc. Ils croient que le disque central est une image réfléchie du soleil et que l'anneau qui l'enclôt est un arc-en-ciel. L'épaisseur de l'anneau était d'environ un quart du diamètre du disque et en était distant de la même quantité à peu près; mais un autre des spectateurs croyait se rappeler que l'anneau touchait le disque sans qu'il y eût d'espace intermédiaire. L'ombre d'une tête se projetant dessus couvrait un huitième du diamètre total du météore. L'anneau de l'arc-en-ciel n'était pas absolument complet dans sa partie inférieure, mais ils attribuaient cela à l'interposition du bord du précipice. Ils ne voyaient pas de raison pour que ce phénomène ne soit pas visible de nuit, quand la lune est brillante et située à l'opposite. »

Il est regrettable que M. Baber n'ait pas pu voir la « Gloire, » et que nous n'ayons par conséquent pas de description faite par lui. Il paraît y avoir une petite erreur dans l'assertion qu'en se baissant on pouvait écarter l'image de la tête; car, aussi longtemps que la « Gloire » était un cercle, l'ombre de la tête devait en occuper le centre. En se rangeant de côté on aurait pu déplacer l'arc, mais non faire disparaître l'ombre.

Ainsi partant du faible cercle vu à travers l'obscurité épaisse à Alp Lusgen, nous avons constamment suivi et développé notre phénomène, et fini par rendre la « Gloire du Bouddha » captive dans notre laboratoire. Ce résultat peut être considéré comme un symbole de plus grandes choses.

L'UNIFICATION DES LONGITUDES

ET

L'INTRODUCTION D'UNE HEURE UNIVERSELLE

La question de l'unification des longitudes et de l'adoption d'une heure universelle intéressant tous les hommes de science, nous chercherons à donner, dans les pages suivantes, un aperçu de la manière dont elle a été traitée dans les séances de la 7me conférence de l'Association géodésique internationale [1]. Nous analyserons d'abord le rapport substantiel présenté au nom de la commission permanente par M. *A. Hirsch,* directeur de l'observatoire de Neuchâtel et secrétaire de la commission, puis nous résumerons la discussion qui suivit la lecture de ce rapport, et les

[1] Unification des longitudes par l'adoption d'un méridien initial unique et introduction d'une heure universelle. Extrait des *Comptes rendus de la 7me conférence générale de l'Association géodésique internationale*, réunie à Rome en octobre 1883, rédigé par les secrétaires A. Hirsch et Th. v. Oppolzer, et publié par le Bureau central de l'Association géodésique internationale.

résolutions générales votées en dernier lieu par l'Assemblée, à la presque unanimité.

Rapport de M. A. Hirsch, lu dans la 1re séance de la Conférence, le 15 octobre 1883.

Après avoir exposé l'intérêt que l'Association géodésique internationale a, comme corps savant et international, à s'occuper de la question de l'unification des longitudes et de l'adoption d'une heure universelle, M. *Hirsch* caractérise la position de l'assemblée et la portée de ses décisions. Si la conférence actuelle n'a pas le pouvoir d'arrêter une convention internationale qui lierait les divers gouvernements représentés par ses membres, elle n'est pas cependant un congrès absolument libre. Formée de délégués des États qui prennent part à la mesure des degrés, elle voit ses décisions très généralement sanctionnées par les gouvernements des États associés. Et dans le cas spécial de l'unification des longitudes et de l'heure, les commissaires des différents États sont autorisés par leurs gouvernements à préparer la base scientifique pour une entente éventuelle ultérieure de ces gouvernements, entente qui ne pourra d'ailleurs être définitivement établie que par une conférence diplomatique.

Puis entrant dans le vif de la question, M. *Hirsch* aborde le sujet de l'*Unification des longitudes par le choix d'un méridien initial unique.*

La principale difficulté pour arriver à une entente générale provient du fait qu'*il n'existe pas de 1er méridien naturel.* Il n'en est pas pour les longitudes comme pour les latitudes qui se comptent tout naturellement à partir de

l'Équateur. Les travaux géodésiques les plus exacts et les plus récents tendent à démontrer que la terre est un sphéroïde de révolution et non pas un ellipsoïde à 3 axes; il n'y a donc aucun motif naturel pour adopter comme origine, un méridien quelconque plutôt qu'un autre. Aussi chaque pays a-t-il adopté un ou plusieurs méridiens de départ. Peu à peu le nombre de ces 1ers méridiens s'est réduit, mais il en existe trop encore et l'adoption d'un méridien initial unique offrirait de nombreux avantages, tant scientifiques que pratiques.

Les sciences géographiques retireraient certainement un réel bénéfice de l'existence d'un seul système pour compter les longitudes sur toutes les cartes ; on éviterait ainsi les ennuyeuses transformations d'un système à un autre. — Pour la géodésie l'avantage serait moindre peut-être, puisque les géodésiens ne mesurent que des différences de longitudes, mais au moins aurait-on l'avantage que les longitudes seraient toutes rapportées à une même base. — En astronomie on est continuellement appelé à coordonner des observations faites en divers lieux et à les comparer aux éphémérides calculées pour un certain méridien, et les astronomes doivent tenir à ce que ce méridien soit partout le même. Puis si la multiplicité des éphémérides astronomiques offre l'avantage d'un contrôle mutuel, ce contrôle sera d'autant plus facile si elles se rapportent au même méridien et leur nombre pourra être réduit sans aucun inconvénient. On économisera ainsi une partie du travail de calcul employé actuellement pour leur publication. — L'unification des longitudes et des heures a été aussi réclamée par le congrès géographique de Venise, et avant lui par le congrès météorologique de Rome.

Mais si toutes les sciences qui se rattachent à la géographie demandent l'unification des longitudes, les avantages pratiques qu'en retirera la navigation sont bien plus sensibles encore, et les navigateurs de tous pays trouveront un sérieux profit à ne plus avoir affaire qu'à un seul système de longitudes et à des cartes rapportées au même méridien.

Le seul inconvénient à signaler serait l'obligation de modifier dans certaines éphémérides astronomiques et nautiques le méridien fondamental et de changer les longitudes dans les recueils de positions géographiques; mais peut-on opposer ce léger inconvénient à tous les avantages qu'offre l'unification et à l'économie considérable de temps et de travail qu'elle représentera pour les savants, les géographes, les navigateurs et les écoles !

Choix du méridien initial. — Si, en l'absence d'un 1er méridien naturel, on voulait rattacher le méridien initial à un phénomène quelconque de la nature dont la définition dépend d'observations et de calculs compliqués, on tomberait dans l'erreur qui a été commise pour le mètre, en le définissant comme une mesure des dimensions du globe terrestre, mesure qui varie nécessairement en se perfectionnant.

Le choix du 1er méridien est donc arbitraire et indifférent; la science exige seulement qu'il soit défini d'une manière suffisamment précise, qu'il présente des garanties d'invariabilité et qu'il soit situé de façon à offrir toutes les facilités voulues pour la détermination des différences de longitudes. Il n'est donc plus possible de faire passer le méridien initial par une île ou un détroit, ni par un sommet de montagne ou un bâtiment monumental. Il faut le déterminer par un observatoire astronomique de

1er ordre et le définir matériellement par les piliers d'un instrument méridien. De plus, il serait imprudent de choisir un observatoire situé dans une contrée de nature volcanique ou trop exposée aux mouvements séculaires du sol; et comme d'autre part le sol subit partout de faibles mouvements, il convient que le point de départ des longitudes terrestres soit relié directement par des observations astronomiques à d'autres observatoires voisins et rattaché à un réseau de triangles de premier ordre.

Telles étant les exigences de la science moderne, elles excluent naturellement les méridiens océaniques et le méridien de l'île de Fer, longtemps incertain, et ramené ensuite conventionnellement à 20° ouest de Paris. Il ne reste donc à choisir qu'entre les méridiens des 4 grands observatoires publiant les principales éphémérides astronomiques et nautiques : Greenwich, Paris, Berlin et Washington ; et le choix doit se faire uniquement d'après les considérations suivantes : lequel de ces 4 méridiens a le plus de chances d'être généralement adopté ? et par quel choix causera-t-on le moins de travail pour les changements à apporter aux cartes, aux éphémérides et aux recueils géographiques ? Réduit à cette formule, le problème se résout tout naturellement en faveur du méridien de Greenwich, de beaucoup le plus répandu, et qui en particulier est employé par les 90 °/₀ des navigateurs au long cours.

Unification des heures. — Cette question est directement liée à celle des longitudes, puisque évidemment le méridien initial sera celui qui donnera l'heure universelle. Mais elle prend surtout de l'importance par le fait qu'à notre époque l'adoption d'un temps unique et international est surtout réclamée par les institutions de

toute sorte qui servent aux communications de pays à pays et qui se sont si prodigieusement accrues et accélérées ; c'est même là en partie l'origine de la délibération actuelle.

En abordant cette question, il est, avant tout, un malentendu qu'il ne faut pas laisser naître dans l'esprit du public. Il ne s'agirait nullement de supprimer l'heure locale, qui est nécessairement réglée par le cours apparent du soleil et qui restera toujours le régulateur naturel de la vie civile. Mais pour tenir compte aussi des besoins des gens qui voyagent et communiquent entre eux par lettres ou par dépêches et qui souffrent de la diversité des heures, il y aurait lieu d'introduire, à côté de toutes les heures locales, une heure universelle déterminée par le 1er méridien.

Dans plusieurs pays, on a essayé de substituer aux heures locales une heure nationale, mais cela n'est possible que quand la différence entre cette heure et l'heure locale n'excède pas $20\text{-}25^m$. En Allemagne déjà, l'étendue de l'empire de l'E. à l'O. est trop grande pour qu'on pût adopter une seule heure nationale. Et d'un autre côté la substitution des heures nationales aux heures locales ne remédierait nullement aux inconvénients dont se plaignent les administrations des chemins de fer et des télégraphes. Au contraire, tout en diminuant le nombre des différentes heures, ce système exagère aux frontières des pays limitrophes les différences des heures qui s'y rencontrent. Il en serait de même avec les systèmes proposés dans ces derniers temps et consistant à diviser le globe terrestre en 24 zones horaires limitées par les 24 méridiens principaux ou en 144 zones de 10^m.

Enfin la science aurait plutôt à souffrir de l'introduc-

tion des heures nationales ou régionales, car toutes les mesures exactes reposent sur le temps local; l'astronomie ne peut déterminer exactement que l'heure locale; les observations météorologiques, magnétiques, etc.... doivent être distribuées d'après l'heure locale; et lorsqu'on a à combiner les observations faites en divers lieux, il faut les rapporter à une seule et même heure et non pas à tout un groupe d'heures régionales qui ne seraient qu'un intermédiaire fâcheux.

La mesure proposée ne nuirait donc en rien à l'emploi de l'heure locale qui, en chaque lieu, servirait couramment à la vie de tous les jours. L'heure universelle ne serait employée que dans les administrations des chemins de fer, des grandes lignes de bateaux à vapeur, des télégraphes et des postes pour leur service interne, tandis que dans leurs rapports avec le public, elles adopteraient forcément en chaque lieu l'heure locale. Et la confusion entre les deux heures ne serait pas à craindre si, comme la proposition en est faite, on comptait l'heure universelle de 0 à 24^h, tandis qu'on ne changerait rien au mode de compter l'heure locale.

Quant à l'origine de l'heure universelle, on devra, dans le choix à faire, rechercher avant tout la plus grande simplification, et imposer aux populations aussi peu de changements d'habitudes que possible. Or il faut se rappeler qu'il existe une différence fâcheuse à bien des égards entre le jour civil qui commence à minuit et le jour astronomique qui commence au midi suivant et il serait bien désirable de faire disparaître cette anomalie. Mais d'une part, bien peu d'astronomes consentiraient à abandonner le midi moyen et, d'autre part, on peut encore moins songer à faire commencer le jour du calen-

drier à midi. Il est donc impossible pour le moment de faire cesser cette différence entre le temps astronomique et l'heure civile locale.

En revanche, rien n'est plus facile que de faire coïncider l'heure et le jour astronomiques avec l'heure et le jour internationaux, en adoptant la proposition de MM. *Sandford Fleming* et *Cleveland Abbe,* proposition appuyée par MM. *Struve* et *Fœrster* et consistant à *régler l'heure universelle d'après le méridien distant de 180° de celui de Greenwich et de faire commencer ainsi le jour international au moment de minuit de ce méridien-là ou, ce qui revient au même, au moment du midi moyen de Greenwich.* — De cette façon le temps astronomique et le temps international coïncideront sans qu'on ait rien à changer aux éphémérides et l'on évite ainsi l'inconvénient très grave qui résulterait de la fixation de l'origine du jour universel au minuit de Greenwich et qui consisterait à avoir au milieu de l'Europe la limite du changement de date, limite qui, avec le système proposé, restera située dans l'extrême Orient au méridien qui passe à l'extrémité N.-E. de l'Asie et coupe ensuite quelques îles dans les groupes des Aléoutes et des Fidji. — Il est vrai qu'avec ce système, pour une partie de l'Europe les heures du matin appartiendront encore à un jour universel dont la date sera de 1 jour plus faible que celle du jour civil ; mais cette différence ne se fera sentir que pour les administrations qui emploieront le temps universel, et comme ce temps montrera alors des heures voisines de 24^h, il n'y aura pas de confusion possible. — En revanche, les États-Unis auront l'avantage que tout le jour civil coïncidera avec le jour international de même date et ce ne sera qu'une récompense bien méritée pour ce pays qui, parmi les premiers, a adopté le méridien initial de l'Europe.

Suit ensuite le texte des résolutions proposées à l'Assemblée par la commission permanente et qui tendent, en résumé, à recommander aux divers gouvernements de s'entendre : 1° pour l'unification des longitudes en prenant pour 1er méridien celui de Greenwich et en comptant les longitudes de l'ouest à l'est, de 0° à 360° ou de 0^h à 24^h, et 2° pour l'adoption d'une heure universelle, dont le point de départ serait le midi moyen de Greenwich et que l'on compterait de 0^h à 24^h.

Sur la proposition de son président, M. le colonel *Ferrero*, président de la commission géodésique italienne, la conférence décide de faire imprimer ce document et de le soumettre d'abord au préavis d'une commission spéciale composée de MM. *Christie, Cutts, Faye, Fœrster, Hirsch, Magnaghi* et *Rümker*. A cette commission est aussi renvoyée une proposition de MM. *Perrier* et *Villarceau* tendant à établir la division décimale du jour et de la circonférence du cercle.

La commission spéciale se réunit 3 fois et rapporta le 23 octobre par l'organe de M. *Hirsch* dans la 9me séance de la conférence. Au cours de ces 3 séances, auxquelles assistèrent tous les membres de la conférence qui désiraient prendre part aux débats, plusieurs contre-propositions ou amendements furent discutés et nous chercherons à résumer le plus sommairement possible les diverses opinions énoncées.

M. *Faye*, président du bureau des longitudes, n'est pas partisan convaincu de la réforme projetée, qui ne se recommande, selon lui, que par le besoin pratique d'une heure universelle, et le point de départ de cette heure lui semble assez indifférent. Mais au point de vue de l'astro-

nomie, il ne voudrait pas changer l'état de choses actuel; la diversité des éphémérides astronomiques lui paraît très désirable, parce que les calculs qu'elles nécessitent, entretiennent le feu sacré pour les travaux astronomiques. Il n'aimerait pas à voir le « Nautical Almanac » devenir le seul régulateur de l'astronomie dans le monde. Il lui semble que la « Connaissance des temps » qui en est à son 210me volume a un passé respectable et les astronomes français et la marine française n'accepteront pas facilement de changer toutes leurs habitudes. Il se peut toutefois que le gouvernement français se trouve plus accessible à la réforme projetée, si l'on peut lui prouver qu'elle serait avantageuse à la civilisation générale.

M. *Perrier,* chef du service géographique de l'armée, n'est pas opposé à l'adoption d'un méridien initial, mais il doit avouer que, comme géographe, topographe, ou géodésien, la question le laisse assez indifférent. En géographie, par exemple, où les cartes comprennent des régions toujours très étendues, peu importe le méridien initial, les différences de longitudes ne pouvant être estimées qu'approximativement. Pour les cartes topographiques il n'y a aucun avantage non plus à adopter un même méridien initial. Chaque feuille d'une carte porte, en effet, un canevas de méridiens où l'on peut toujours trouver avec une certaine précision, les différences de longitudes cherchées. Ramener chaque feuille à un méridien lointain ne produirait que de la confusion, et si l'on assemble toutes les feuilles sur un panneau commun, le méridien national fournit alors évidemment une ligne de repère plus commode que tout autre méridien plus éloigné.

L'objection tirée de la difficulté de comparer les ré-

gions limitrophes de deux cartes voisines, si elles ne se rapportent pas au même méridien, n'est pas fondée; car les cartes topographiques des divers pays ne sont exécutées ni à la même échelle, ni d'après le même système de projection, et le seul moyen de les raccorder consiste à dessiner au delà de chacune d'elles une bande supplémentaire dont les positions et les détails sont fournis par la carte voisine.

Si l'on considère enfin les cartes ou plans exécutés à une très grande échelle et les levés de détail, il n'y a évidemment aucun intérêt à les rapporter à un méridien initial et le même raisonnement s'applique aux cartes marines qui comprennent aussi des cartes générales et des levés de détail.

On ne voit donc pas bien quels avantages sérieux présenterait, pour tous les cas, l'emploi d'un méridien initial, et pour les cartes nationales il n'offrirait que des inconvénients. La plupart de ces cartes sont actuellement terminées et chaque pays les a rapportées à son méridien national. Faudra-t-il effacer la première graduation pour en établir une nouvelle, ou bien, en maintenant l'ancienne avec l'ancien réseau, tracer par-dessus un nouveau réseau avec une graduation spéciale? Dans les deux cas on aboutit à une complication inutile et il est douteux que les directeurs d'instituts géographiques consentent à des opérations semblables qu'on pourrait qualifier de désastreuses.

M. *Perrier* serait donc tenté de repousser le choix d'un méridien initial pour les longitudes, si l'adoption d'une heure universelle, qui dépend du choix de ce méridien, n'était imposée par la nécessité de ramener à une époque commune, tous les faits dépendant des relations interna-

tionales. Il se rallie donc à l'adoption d'un méridien initial unique, mais seulement pour les cartes générales et il demande le maintien des méridiens nationaux pour les cartes topographiques.

Quant au choix de ce méridien initial, M. *Perrier* ne pense pas qu'il soit nécessaire de choisir le méridien d'un des grands observatoires existants. Il importe seulement, selon lui, que l'origine des longitudes soit indirectement rapportée à l'un de ces observatoires, et si l'on tient compte de la condition souvent désirée que le méridien initial ne coupe aucun des grands pays de l'Europe, on est naturellement conduit à proposer comme méridien international un méridien voisin du méridien historique de l'île de Fer.

M. *Perrier* placerait par définition le 1er méridien à 18°, soit $^1/_5$ de quadrant, à l'ouest de Greenwich qui est, parmi les observatoires dont la position a été bien déterminée, le plus occidental des grands observatoires de l'ancien monde. M. *Perrier* se hâte de dire qu'il exprime ici une opinion toute personnelle et il ne se dissimule pas que le méridien de Greenwich obtiendra dans la conférence une majorité considérable. Peut-être même obtiendrait-il l'unanimité dans la conférence diplomatique appelée à prendre plus tard une décision définitive, si cette unanimité même devait entraîner, à courte échéance, le triomphe complet du système décimal des poids et mesures, adopté maintenant dans tous les pays sauf en Angleterre. Il voudrait que la conférence demandât aux délégués anglais de tenter un grand effort auprès de leur gouvernement pour que l'extension du système métrique en Angleterre soit favorisée par tous les moyens possibles et que son adoption devienne bientôt absolue.

M. *Lœvy,* rédacteur de la Connaissance des temps, combat en principe la réforme proposée et ne veut envisager la question qu'au point de vue purement astronomique. Dans la plupart des recherches astronomiques, dans celles qui se rapportent aux observations physiques et dans celles qui ont pour objet les astres situés en dehors du système solaire, étoiles doubles, parallaxes, etc... la date est suffisamment connue, quand on la donne à quelques jours ou quelques heures près. Dans ce cas l'adoption d'une heure universelle n'a aucune importance. Pour les astres appartenant au système solaire, de deux choses l'une : ou bien leur théorie est établie avec une grande précision, et alors la différence possible entre la théorie et l'observation est constante pour plusieurs jours; la connaissance de l'heure n'entre donc pas dans les travaux ultérieurs; ou bien la théorie n'est pas encore exactement connue, c'est le cas des comètes et des astéroïdes, et il ne voit pas non plus, dans ce cas, l'avantage que l'on retirerait de l'adoption des propositions de la commission permanente.

En qualité de directeur d'une éphéméride, M. *Lœvy* est conservateur et trouve que si l'on veut rompre avec des traditions plusieurs fois séculaires, il faut que les réformes projetées aient une valeur incontestée. Or, dans le cas spécial, il pense que ces conditions ne sont pas remplies au point de vue astronomique et il préfère le statu quo.

En réponse à ces critiques plusieurs orateurs prennent la défense des propositions de la commission.

M. *Fœrster,* directeur de l'observatoire de Berlin, a été surpris d'entendre développer par M. *Perrier* des arguments du genre de ceux que les adversaires du système

décimal ont coutume d'employer en prétendant que les avantages que l'on cherche à réaliser sont de faible importance et ne compensent pas les désagréments du changement des vieilles habitudes.

En ce qui concerne le progrès dont il s'agit, on n'a pas encore songé à un argument qui ne manque pas d'une certaine valeur, à savoir que la multiplicité des systèmes de longitudes est une des principales causes de l'ignorance dans laquelle se trouve le grand nombre, même des gens cultivés, quant aux coordonnées géographiques.

Puis, se plaçant au point de vue astronomique, M. *Fœrster* estime, contrairement à ce qui a été dit, que l'unification des longitudes sera d'une réelle utilité scientifique, en contribuant à simplifier une notable partie des calculs astronomiques. Quant à la suppression de calculs inutiles dans certaines éphémérides, on ne devrait pas la combattre par la simple considération que ces calculs fournissent un moyen d'exercice et qu'ils entretiennent le feu sacré pour les travaux astronomiques. Il incombe à la science une telle foule de travaux nécessaires que tous ceux qui dirigent les grands bureaux scientifiques doivent simplifier le plus possible leurs programmes et s'entendre avec leurs collègues sur une division rationnelle du travail, afin de gagner la plus grande somme de forces possible pour les tâches indispensables.

A M. Lœvy, M. *Fœrster* répond, en s'appuyant sur un exemplaire de la « Connaissance des temps, » que l'unification des époques sera d'une grande utilité, non seulement pour les astronomes qui feront usage des éphémérides, mais aussi pour les rédacteurs mêmes de ces éphémérides. Et par exemple pour le calcul consciencieux de toutes les coordonnées du soleil, des planètes ou

de la lune, données d'heure en heure et de 3 en 3 heures, où il faut toujours comparer avec les résultats d'autres éphémérides, M. *Fœrster* évalue l'économie de temps qu'amènera l'unification proposée à plusieurs semaines d'occupation de plusieurs calculateurs exercés. L'époque de transition une fois passée, il ne subsistera aucun désavantage à opposer à cette simplification considérable. — Quant à la discontinuité tant redoutée par M. Lœvy, ce ne sera qu'une bien petite affaire en comparaison des changements de forme, de théorie et de principe qu'a subis la « Connaissance des temps » dans le cours de sa longue existence et principalement sous la direction de M. Lœvy, qui n'a jamais hésité à introduire les réformes les plus radicales quand elles étaient utiles, et qui, par cela même, a grandement mérité de l'astronomie.

M. *Fœrster* reconnaît d'ailleurs que ce qui milite le plus en faveur de la mesure d'unification proposée, c'est l'urgente nécessité d'introduire un temps homogène dans les grands services publics de communication. Or c'est la science qui doit présider à l'établissement de l'homogénéité de l'heure, afin que ses intérêts ne soient pas laissés de côté. Et quel étrange phénomène de voir des savants plus préoccupés de motifs nationalistes que les nations et leurs gouvernements eux-mêmes!

Enfin M. *Fœrster* rejette toute idée de pouvoir se contenter d'un 1er méridien de calcul, c'est-à-dire défini seulement (comme celui de l'île de Fer) par rapport à un grand observatoire éloigné. D'après l'état actuel de la science, une seule différence de longitudes ne suffit plus pour déterminer un plan méridien, car il se peut que dans le même plan méridien géocentrique les longitudes diffèrent de plusieurs dizaines de secondes d'arc. Il fau-

dra de plus, pour mieux connaître la position du centre de gravité de la terre, faire des observations continues et variées de la lune, et comme c'est à Greenwich que l'observation et l'étude de la lune ont été de tout temps poursuivies avec le plus de suite, des considérations de cet ordre contribuent à justifier le choix de Greenwich comme origine des longitudes.

M. *Magnaghi*, chef du bureau hydrographique italien, constate que l'Italie a adopté le méridien de Greenwich pour ses cartes hydrographiques et croit qu'une assez grande partie des cartes maritimes publiées en France sont basées sur des cartes anglaises.

M. *Rümker*, directeur de l'observatoire de Hambourg, reconnaît volontiers les mérites du bureau hydrographique français et du bureau des longitudes et rend pleinement hommage au rôle historique et à la valeur scientifique de la « Connaissance des temps, » mais il ne croit pas cependant que le passage au méridien de Greenwich entraîne pour la marine française les perturbations que M. Faye paraît redouter. D'après l'expérience que M. *Rümker* a souvent eu l'occasion de faire, les officiers de la marine marchande française sont très familiarisés avec les cartes anglaises et le Nautical Almanac. — Les éphémérides astronomiques de Berlin ont aussi un passé très respectable de plus d'un siècle, et malgré cela le gouvernement prussien n'a pas hésité, il y a 35 ans, à fonder, d'après le vœu de la marine marchande d'Allemagne, une éphéméride nautique, « das Berliner nautische Jahrbuch, » dans lequel toutes les coordonnées astronomiques sont calculées pour le méridien de Greenwich.

Sans partager en rien le point de vue purement négatif de M. Lœvy, M. *Rümker* croit cependant qu'il y a

certaines parties des éphémérides nautiques qu'il faudrait continuer à exprimer en temps local, par exemple la plupart des données qui se rapportent aux calculs des marées.

M. *Hirsch* appuie cette manière de voir et propose de modifier la fin de la 1re résolution en introduisant la réserve que, pour certaines données des éphémérides astronomiques et nautiques telles que les éphémérides de passages et les établissements de ports, etc., il convient de conserver un méridien rapproché ou l'heure locale.

Au reste, M. *Hirsch* est surpris que l'on puisse soupçonner dans les mesures proposées, une tendance dirigée contre la France et ses intérêts. Il affirme que dans son esprit et celui de ses collègues il n'a pas existé trace de pareilles intentions. Tout au contraire, M. Hirsch est persuadé que la France, qui a eu l'initiative d'une grande partie des réformes de cette nature, ne peut pas rester étrangère à celle-ci. Si elle voulait maintenant se mettre en travers de ce progrès, ce serait à déplorer non seulement pour elle, mais aussi pour les autres pays qui ne pourraient et ne voudraient pas se passer du concours de la France. En sacrifiant son méridien de Paris, la France augmentera les chances de voir son système des poids et mesures adopté par les nations qui ne l'ont pas encore accepté définitivement. Et d'ailleurs, si le monde entier s'entend pour adopter le méridien de Greenwich, la France ne pourra pas à la longue rester à l'écart et devra l'accepter tôt ou tard. Ne vaut-il pas mieux alors le faire de suite et de bonne grâce ?

M. *Fœrster* s'associe entièrement et cordialement à tout ce que M. *Hirsch* vient de dire sur le grand rôle de la France dans le progrès des unifications scientifiques.

On pourrait même envisager l'unification des longitudes et des heures comme une conséquence de la logique pure et élevée avec laquelle le génie français a autrefois pris l'initiative des grandes mesures d'unification.

Proposition de MM. Perrier et Villarceau, membres de l'Institut, d'appliquer au jour et à la circonférence la division décimale. — M. *Villarceau* reproduit les arguments qu'il a déjà développés en 1872 devant l'Académie des sciences de Paris. Il est partisan convaincu de la division centésimale de la circonférence entière et non pas seulement du quart de cercle et de la division décimale systématique du jour.

M. *Fœrster* est aussi tout à fait partisan de la division décimale des angles, depuis que, calculant avec les tables de Bouvard, il a eu l'occasion d'en apprécier les très grands avantages. Il ne parle bien entendu que de la division décimale du quart de cercle, lequel est et doit rester l'unité naturelle, et non pas celle de la circonférence entière qu'on propose essentiellement pour justifier par son accord la division décimale du jour, que M. *Fœrster* considère comme une exagération passagère de la logique du progrès. Cette division décimale du jour rencontrerait une opposition invincible dans le grand public comme parmi les savants, et avec raison, car, pour la lecture du cadran des horloges et des montres, l'orientation d'après la verticale et l'horizontale est non seulement une habitude enracinée mais repose sur la nature de la vue. M. Fœrster voudrait qu'on se contentât pour le moment de recommander la division centésimale du quart de cercle pour les opérations de calcul, mais qu'on ne liât pas absolument cette question à celle de l'unification des longitudes et des heures qu'on risquerait ainsi de compromettre.

M. *Christie*, directeur de l'observatoire de Greenwich, reconnaît les avantages de la division décimale des angles pour les calculs des planètes, des perturbations, etc., mais elle présente aussi certains inconvénients. Ainsi la conversion des angles en temps et réciproquement est bien plus facile avec le rapport simple de 1 à 15 ou de 4 à 1 qu'avec la division centésimale. Pour la navigation aussi le rapport simple entre le mille marin et la longitude exprimée en minutes est extrêmement précieux. — M. *Rümker* croit aussi qu'il vaut mieux réserver la division actuellement en vigueur pour la navigation.

M. *Hirsch* voudrait traiter cette question séparément de celle de l'unification. Mais il est prêt à voter une déclaration de principe en faveur de la division centésimale du quart de cercle, pourvu qu'on renonce à vouloir dépasser la réforme de Laplace et qu'on fasse abstraction de la division décimale du jour. L'accord se fait sur cette base et l'on introduit dans les résolutions un nouvel article tenant compte de ce desideratum.

La discussion générale étant close, la commission se range en définitive aux propositions du rapport, à quelques petites exceptions près.

L'art. I exprimant l'utilité scientifique et pratique de l'unification des longitudes et des heures et amendé par M. Hirsch, dans le sens de conserver un méridien rapproché pour les éphémérides de passage, et l'heure locale pour les établissements de ports, est adopté à l'unanimité avec la réserve de la part de M. Faye qu'il croit cette réforme uniquement justifiée par les besoins pratiques de l'unification de l'heure. — *L'art. II* devient un simple vœu en faveur de l'adoption de la division centésimale du quart de cercle pour les grandes opérations de calcul (Adopté à l'unanimité).

L'art. III décidant l'adoption du méridien de Greenwich comme point de départ des longitudes est adopté par 6 voix contre celle de M. *Faye.* On convient à l'unanimité de laisser de côté dans l'art. IV la mention de la numération des méridiens de 0° à 360° ou de 0^h à 24^h et de se borner à recommander que désormais les longitudes soient comptées seulement dans un sens, de l'ouest à l'est à partir du 1er méridien.

Les art. V et VI concernant l'adoption d'une heure universelle à côté des heures locales ou nationales et recommandant comme point de départ de cette heure universelle le midi moyen de Greenwich soulèvent une assez longue discussion.

M. *Christie* voudrait supprimer la différence entre le jour astronomique et le jour civil, en adoptant le minuit de Greenwich pour le commencement de l'un et de l'autre. A présent que le travail astronomique du jour gagne de plus en plus sur le travail de nuit, il ne voit pas pourquoi on conserverait le midi comme origine du jour astronomique. Ce dualisme donne souvent lieu à des erreurs de date et M. *Christie* craint aussi que la différence qu'on introduirait ainsi entre la date universelle et la date civile, pour les heures de la matinée en Europe, n'effarouchât les administrations des chemins de fer et des télégraphes.

Appuyée par M. *Faye,* qui rappelle que Laplace avait déjà accepté minuit pour origine du jour astronomique, cette proposition est combattue pour divers motifs par MM. *Hirsch, Fœrster, Rümker, Magnaghi et Schiaparelli,* qui doutent que les astronomes consentent à sacrifier le midi comme origine du jour. Ils croient aussi que les marins s'habitueront plus facilement au jour universel

s'il commence au midi de Greenwich, parce que, pour eux, le jour commence nécessairement à midi, avec le passage du soleil.

M. *Fœrster* ajoute à ces considérations un point de vue qui lui semble décisif en faveur de la proposition du rapport. C'est la nécessité d'assurer l'exactitude des dates de la manière la plus complète, surtout dans les contrées situées près de la limite entre les dates locales qui viennent de l'est et de l'ouest. Ce sont précisément ces pays situés à l'est de l'Asie pour lesquels l'introduction d'une date universelle aura la plus grande importance et pour lesquels il importe que cette date ne change pas pendant les heures des affaires. En Europe on sera toujours plus à même de décider, quelle a été la véritable date quand les dates locale et universelle seront en désaccord. La solution recommandée par M. *Christie* troublerait en outre d'une manière fâcheuse la continuité si importante entre le passé de la chronologie astronomique et le nouveau système du temps universel.

En définitive l'art. V est adopté tel quel par 5 voix contre 2 et l'art. VI par 6 voix contre 1.

M. *Hirsch* constate avec satisfaction qu'on est parvenu à s'entendre sur tous les points essentiels, ce qui est d'un bon augure pour la réussite de la réforme des longitudes, d'abord au sein de l'Association géodésique, et plus tard devant les gouvernements et dans la conférence diplomatique. Mais il croit que le progrès à accomplir n'acquerra toute son importance civilisatrice que s'il devient le point de départ d'une unification complète sur le terrain des poids et mesures. Il comprend la grandeur du sacrifice que la France est appelée à faire en abandonnant son méridien de Paris et pour faciliter au gou-

vernement et aux savants français ce sacrifice en faveur du méridien de Greenwich, il espère que l'Angleterre répondra par une concession analogue, en favorisant l'adoption définitive du système métrique dans son empire, en accédant à la convention du mètre et en s'associant au bureau international des poids et mesures. M. *Hirsch* pense donc que pour assurer la réussite définitive de la tentative de l'unification, il faudrait rattacher les résolutions de la conférence à l'espoir que l'Angleterre consentira à y répondre par son entrée dans l'association géodésique et son adhésion à la convention du mètre. Il propose donc, d'accord avec le bureau de la conférence et plusieurs de ses collègues, l'article additionnel suivant : « La conférence espère que, si le monde entier s'accorde sur l'unification des longitudes et des heures, en acceptant le méridien de Greenwich comme point de départ, la Grande-Bretagne trouvera dans ce fait un motif de plus pour faire, de son côté, un nouveau pas en faveur de l'unification des poids et mesures, en adhérant à la convention du mètre du 20 mai 1875. »

M. *Christie* déclare que, personnellement, il est tout disposé à appuyer cette proposition auprès de son gouvernement. Il rappelle qu'il n'a pas reçu d'instructions à ce sujet, cette question n'ayant pas été mentionnée dans la lettre d'invitation adressée au gouvernement anglais par le bureau de l'association géodésique. Il n'est donc pas autorisé à faire espérer que le système métrique sera prochainement introduit d'une façon obligatoire en Angleterre ; mais depuis nombre d'années ce système y est employé facultativement et son usage se répand de plus en plus dans le monde scientifique et technique anglais. Il croit du reste que l'Angleterre a un intérêt évident à

entrer dans la convention du mètre, qui a pour but de donner aux pays associés des prototypes comparés scientifiquement.

M. *Christie* déclare en outre que lui-même est très sensible à la satisfaction qu'on donne à l'Angleterre en choisissant son méridien comme méridien universel. Il ne doute pas que ce sentiment ne soit partagé par ses compatriotes et que l'unification des longitudes ne crée un courant favorable à l'unification des poids et mesures.

Après ces déclarations, la résolution proposée par M. Hirsch est adoptée à l'unanimité.

Enfin M. le général *Cutts* exprime au nom du gouvernement des États-Unis le désir que tous les gouvernements représentés à la conférence acceptent l'invitation de son gouvernement d'envoyer des délégués à une conférence internationale qui sera tenue l'année prochaine à Washington [1] à l'effet de résoudre la question de l'unification des longitudes et de l'heure et de proclamer cette réforme comme un fait accompli.

Dans la séance générale de la conférence, après lecture du compte rendu des 3 séances de la commission spéciale, la discussion fut de nouveau ouverte sur toutes les résolutions proposées à l'assemblée. — Nous résumerons en quelques lignes ces débats, les arguments pour et contre ayant été généralement déjà émis pendant

[1] Le gouvernement des États-Unis a, dans le courant du mois de décembre 1883, adressé aux autres gouvernements une invitation à envoyer des délégués scientifiques à une conférence à Washington pour le 1er octobre prochain. — Presque tous ces États ont accepté (la France également) et enverront 1 à 2 délégués pour les représenter à côté des ministres résidants.

les séances de la commission et nous donnerons seulement les résultats des votes principaux.

M. *Perrier* reprend sa proposition de ne pas fixer de méridien initial pour les cartes topographiques et les levés à grande échelle. — M. *Hirsch* ne comprend pas les difficultés que M. Perrier prévoit pour la topographie. Est-ce que les cartes topographiques des départements orientaux de la France sont plus difficiles à faire que les autres à cause de leur plus grande distance du méridien de Paris? et cependant cette distance est plus grande que l'augmentation de 2° environ qui résulterait pour les longitudes françaises de l'adoption du méridien de Greenwich. — M. *v. Helmholtz* nie également qu'il y ait un inconvénient quelconque à se servir d'un méridien éloigné. En Allemagne où l'on employait le méridien de l'île de Fer pour toutes les cartes, on ne s'en est du moins jamais aperçu.

Sans partager les craintes de M. Perrier, M. *Fœrster* ne voit pas, d'autre part, de nécessité à ce que toutes les cartes topographiques spéciales portent le méridien de Greenwich; si la concession demandée peut faciliter la transition au nouveau système, il n'y verrait pas de mal et dans ce but il propose de ne pas faire mention dans l'art. I des « cartes topographiques. » Cet amendement est adopté par 23 voix contre 1 et l'art. I ainsi amendé, par 22 voix contre 3.

M. *Villarceau* reprend aussi sa proposition concernant la division décimale du jour et de la circonférence, mais il la retire sur l'observation qui lui est faite que l'art. II, accepté par la commission, est le résultat d'un compromis et tomberait du moment qu'on voudrait revenir à la division décimale du jour et du cercle entier. Au cours de la

discussion, M. *v. Helmholtz* se prononce pour la conservation de la seconde actuelle, attendu que presque toutes les constantes des sciences physiques reposent sur cette unité.

A propos du choix du 1er méridien, l'amendement de M. *Perrier* de prendre le méridien océanique situé à 18° ouest de Greenwich est repoussé, et le méridien de Greenwich adopté par 22 voix contre 5.

A l'art. VI, M. *Faye*, qui trouve la rédaction adoptée trop compliquée, propose de dire simplement « L'heure de Greenwich est choisie pour heure universelle. » Cet amendement, combattu par MM. *v. Oppolzer, Fœrster* et *Hirsch* et appuyé par MM. *Christie* et *Perrier*, ne réunit que 8 voix et l'art. VI est adopté par 22 voix tel que le proposait la commission.

Les autres résolutions sont adoptées à l'unanimité.

Le président fait ensuite voter sur l'ensemble des résolutions qui est adopté par 28 voix ; M. *Lœvy* s'est abstenu, et les autres délégués français ont voté *oui*, tout en n'approuvant pas tous les détails arrêtés par la majorité.

Enfin le président se charge de faire les démarches nécessaires auprès du gouvernement italien pour qu'il communique par voie diplomatique aux autres gouvernements les résolutions adoptées par la conférence.

R. GAUTIER.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

A. Étard. Sur la solubilité des sels. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XCVIII, p. 993 et 1276.)

Bien que la solubilité des sels ait été l'objet d'assez nombreuses recherches depuis le travail classique de Gay-Lussac (1819), on ne peut pas dire que les notions théoriques que nous possédons sur cette question en aient été beaucoup étendues.

Abstraction faite de quelques sels dont la solubilité suit une marche anomale qu'on attribue à ce que l'élévation de température détermine un changement dans le degré d'hydratation du sel dissous, on sait que généralement la solubilité augmente avec la température. Pour un certain nombre de sels l'augmentation de solubilité est exactement proportionnelle à celle de la température, pour d'autres en plus grand nombre elle est plus rapide. En sorte que si on cherche à la représenter par un tracé graphique, on voit qu'elle est figurée pour les premiers par des lignes droites, pour les autres par des courbes tournant leur convexité vers l'axe des températures. Ces notions sont bien loin, comme on le voit, de constituer une loi générale et précise.

M. Étard vient d'annoncer un travail très étendu sur ce sujet et la découverte d'une loi générale inconnue jusqu'ici. Ses recherches ont porté sur trente sels, appartenant tous aux genres des chlorures, bromures et iodures. Leur solubilité a été établie par de nombreuses déterminations, dans les limites de température les plus étendues, jusqu'à 180° et au delà.

Il est certain que la publication, annoncée par l'auteur, des résultats de ces expériences aura le plus grand intérêt pour la chimie. Mais, en attendant cette publication, nous ne pouvons apprécier ici que la partie théorique de ce travail.

Remarquons d'abord que l'auteur a cru devoir changer la définition, admise jusqu'à présent, de la solubilité. Au lieu de l'exprimer par le poids du sel que peuvent dissoudre 100 parties d'eau, il la représente par le poids du sel contenu dans 100 parties de la solution saturée.

A la suite de ce changement, il annonce avoir observé la loi suivante :

L'augmentation de solubilité est, pour tous les sels, proportionnelle à celle de la température, sauf pour les cas et pour les intervalles de température où s'opère un changement dans l'état d'équilibre du sel et de l'eau (c'est-à-dire probablement dans le degré d'hydratation du sel dissous). La température continuant à s'élever un nouvel équilibre s'établit et la proportionnalité se reproduit. En résumé la solubilité est toujours représentée par une ou plusieurs droites raccordées par des courbures représentant des perturbations passagères.

C'est par l'étude des résultats de ses propres expériences que M. Étard a été conduit à formuler cette loi. Mais il affirme qu'elle est aussi confirmée par les observations antérieures. « Il suffit, dit-il, de transformer les documents publiés par divers auteurs en courbes exprimant des teneurs centésimales et, lorsque ces documents, publiés sans idée préconçue, sont assez précis, ils satisfont exactement aux conditions que j'ai formulées. Telles sont les solubilités de l'azotate de potassium (Gay-Lussac), de l'azotate de sodium (Maumené), des chlorate, bromate et iodate de sodium (Kremers), etc. »

Nous ne pensons pas que l'auteur ait eu une idée heureuse, en changeant la définition, jusqu'ici usitée, de la solubilité des sels. Nous croyons pouvoir affirmer que la découverte des lois qui la régissent se fera plus facilement et plus sûrement par l'étude des nombres qui expriment directement les rapports de poids entre l'eau et les sels que par celle des chiffres exprimant la composition centésimale des solutions; de même que la loi si simple des proportions multiples, base

de toute la théorie atomique, n'a pu être découverte par Dalton que lorsqu'il eut l'idée de comparer directement l'un à l'autre les poids des éléments qui entraient en combinaison au lieu d'étudier leurs combinaisons, comme on l'avait fait jusqu'alors, seulement au point de vue de leur composition centésimale.

C'est cependant à la suite de l'adoption de ce nouveau système que M. Étard annonce avoir découvert une loi générale qui avait été méconnue jusqu'à ce jour. Voyons jusqu'à quel point elle est fondée. Nous devons naturellement pour cela la comparer avec les observations anciennes.

Remarquons d'abord qu'il y a un groupe important de sels pour lesquels ou peut affirmer, sans qu'il soit besoin de refaire le calcul des solubilités pour les exprimer dans le nouveau système, que les observations antérieures contredisent absolument la loi énoncée par l'auteur. Ce sont tous ceux pour lesquels on a constaté que la solubilité, exprimée par le rapport entre les poids du sel et de l'eau, était représentée par des lignes droites. Cette loi en effet exclut absolument la possibilité de la loi nouvelle énoncée par M. Étard.

L'accord existe-t-il pour les autres sels? Nous avons voulu nous en assurer en choisissant pour cela précisément les cinq sels qui, d'après l'auteur, satisfont exactement aux conditions qu'il a formulées. Nous avons calculé pour ces sels, et d'après les données des auteurs indiqués par M. Étard, les solubilités exprimées suivant son système, et enfin les rapports des augmentations de température et des augmentations de solubilité, rapports qui devraient être constants pour chaque sel. Nous avons vu avec surprise que ces rapports étaient extrêmement différents les uns des autres, et présentaient des différences croissant d'une manière régulière avec la température, ce qui prouve qu'elles ne sont pas dues à l'inexactitude des déterminations, en sorte qu'il nous est impossible de comprendre comment l'auteur a pu citer ces sels comme justifiant sa théorie. C. M.

V. Meyer et E. Nægeli. Oxoctenol. (*Berichte*, XVI, p. 1622. Zurich.)

Butlerow avait reconnu à l'exoctenol $C_8H_{16}O_2$ la formule :

$$O\left\langle\begin{array}{l} C(CH_3)_3 \\ | \\ C - OH \\ | \\ C(CH_3)_2 \end{array}\right.$$

Meyer et Nägeli montrent qu'en effet ce corps ne renferme pas de groupe carbonyl (CO), car il ne réagit pas avec l'hydroxylamine, et cette indifférence n'est pas causée par la présence d'un groupe OH, car le benzoylcarbinol qui a pour formule $C_6H_5 - CO - CH_2OH$, traité par l'hydroxylamine, donne l'alcool isonitrosophényléthylal :

$$C_6H_5 - CNOH - CH_2OH,$$

feuilles solubles dans l'alcool, fusibles vers 70°.

E. Schulze et J. Barbieri. Acide phénylamidopropionique. (*Berichte*, XVI, p. 1711. Zurich.)

En traitant la matière albuminoïde des graines de courges par l'étain et l'acide chlorhydrique, Schulze et Barbieri ont obtenu de l'acide phénylamidopropionique $C_9H_{11}NO_2$ qui, soumis à la distillation sèche, perd de l'eau et se transforme en phényllactimide C_9H_9 NO fusible vers 280°, et oxydé fournit de l'acide benzoïque.

F. Krafft. Préparation des alcools primaires normaux a poids moléculaires élevés et oléfines correspondantes. (*Berichte*, XVI, p. 1714 et 3018. Bâle.)

L'auteur a obtenu les alcools homologues supérieurs de l'alcool cétylique en chauffant les aldéhydes correspondantes avec de la poussière de zinc et de l'acide acétique[1]. Si l'on

[1] *Archives*, X, p. 318.

chauffe ces alcools avec le chlorure de palmityl on obtient des éthers et ces éthers distillés à une pression déterminée donnent de l'acide palmitique et une oléfine $C_n H_{2n}$ correspondant à l'alcool employé. Ainsi l'alcool dodécylique $C_{12}H_{26}O$ donne le palmitate de dodécyl fusible à 41° et celui-ci le dodécylène $C_{12}H_{24}$ qui bout à 96° à 15^{mm} de pression et fond à — 31° ; l'alcool tétradécylique fusible à 38° donne le palmitate de tétradécyl fusible à 48° et celui-ci le tétradécylène $C_{14}H_{28}$ qui bout à 127° sous 15^{mm} de pression et fond à — 12° ; le cétène $C_{16}H_{32}$ bout sous la même pression à 154° et fond à 4°, il est identique avec l'hexadecylène ; le palmitate d'octadécyl fond vers 59° et l'octadécylène $C_{18}H_{36}$ bout vers 179° sous 15^{mm} de pression et fond à 18°.

C. Græbe et Ph. A. Guye. Hydrures de naphtaline. (*Berichte*, XVI, p. 3028. Genève.)

On obtient le tetrahydrure de naphtaline, $C_{10}H_{12}$, en chauffant entre 210°—225° de la naphtaline, du phosphore et de l'acide iodhydrique, il bout à 206°, ne se combine pas avec l'acide picrique et absorbe très rapidement de l'oxygène à l'air en se transformant en $C_{10}H_{10}O$ qui est une huile incolore. Si on chauffe la naphtaline avec les quantités théoriques nécessaires, on peut obtenir l'hexahydrure de naphtaline qui bout vers 199°,5; enfin le tétrahydrure traité par le brôme en dissolution dans le sulfure de carbone donne le bihydrure de naphtaline qui bout vers 212° et fond vers 9°.

R. Heim. Éthers de l'acide phosphorique et du phénol. (*Berichte*, XVI, p. 1763. Zurich.)

Les phosphates de phénol s'obtiennent facilement en chauffant l'oxychlorure de phosphore avec un léger excès de phénol ; ainsi avec le phénol ordinaire l'*o* et *p* kresol on obtient 90 % de la quantité théorique de l'éther neutre ; avec l'α et le β naphtol 60 et 65 %. Le triphosphate de l'ortho-

cresyl est une huile brunâtre qui se décompose un peu à la distillation.

R. HEIM. TRANSFORMATION DES PHÉNOLS EN NITRILES ET ACIDES. (*Berichte*, XVI, p. 1771. Zurich.)

En distillant les phosphates neutres des phénols avec du cyanure de potassium ou du ferrocyanure, on obtient 20—30 °/₀ des nitriles correspondants en même temps que des traces de dicyanures, mais une partie de l'éther traité est décomposé en ses constituants, les nitriles sont ensuite transformés en acides par les méthodes connues.

B. LACH. ALDOXIMES. (*Berichte*, XVI, p. 1780. Zurich.)

L'hydroxylamine agit sur les kétones et les aldéhydes des différentes séries en donnant des aldoximes et des acétoxymes; il était intéressant d'étudier son action sur les anhydrides des acides, les lactones, les acides non saturés, les aldéhydes hydroxylés et les thioaldéhydes; on sait que l'hydroxylamine n'agit pas sur les éthers, les alcools et les substances analogues à l'oxyde d'éthylène. Les recherches de l'auteur montrent que l'hydroxylamine agit sur les anhydrides d'acides, ainsi avec l'anhydride phtalique on obtient

$$C_8H_4O_3 + NH_2OH = OH_2 + C_8H_5O_3N$$

qui est l'acide pthalylhydroxamique; avec l'anhydride camphorique on obtient aussi un nouvel acide renfermant de l'azote. Les lactones, par contre, n'entrent pas en réaction, pas plus que les acides lactoniques, comme, par exemple, l'acide phtalylacétique, ni les acides non saturés; par contre, les oxyaldéhydes réagissent, ainsi l'ortho-oxybenzaldéhyde donne la salicylaldoxime :

$$C_4H_9\begin{cases}/OH \\ \backslash C = NOH \\ \quad | \\ \quad H\end{cases}$$

qui fond à 57°, et se combine soit avec les acides, soit avec les bases, et forme des éthers. La paraoxybenzaldéhyde donne une parasalicylaldoxime fusible à 65°; la vanilline donne une aldoxime fusible à 117° :

$$C_6H_3 \begin{cases} OH \\ O.CH_3 \\ C = NOH \\ \ \ | \\ \ \ H \end{cases}$$

La résorcylaldéhyde et la résorcyldialdéhyde réagissent aussi avec l'hydroxylamine, enfin les thioaldéhydes réagissent également avec élimination d'hydrogène sulfuré :

$$C_6H_5CSH + NH_2OH = SH_2 + C_6H_5CHNOH$$

benzaldoxime. Mais les duplo-thioacétones n'entrent pas en réaction.

G. W. A. KAHLBAUM. RELATION ENTRE LE POINT D'ÉBULLITION ET LA PRESSION BAROMÉTRIQUE. (*Berichte*, XVI, p. 2476, Bâle).

L'auteur a étudié au moyen d'un appareil assez complexe la relation qui existe entre la température d'ébullition d'une substance et la pression barométrique; il appelle *rémission spécifique* la valeur obtenue en divisant la différence des deux températures d'ébullition par la différence des pressions, l'une étant toujours égale à 760^{mm}.

Ainsi, pour l'alcool propylique qui bout à 96°,6 à 760^{mm} et à 16°,2 à $10^{mm},22$ on a :

$$R.S. = \frac{96.6 - 16.2}{760 - 10.22} = 0.1072$$

Cette valeur varie avec le degré de vide ainsi pour l'alcool propylique elle est de :

0.107	pour	$10^{mm},22$
0.100	»	$16^{mm},78$
0.089	»	$30^{mm},20$
0.085	»	$39^{mm},60$
0.077	»	$62^{mm},18$

Il a reconnu par ses recherches qu'une différence de

CH_2 en plus pour les acides, alcools et anhydrides de la série grasse augmentait la rémission spécifique de 0,01 pour une pression égale à 0mm.

C. Schall. Action de l'iode sur le phénate de soude. (*Berichte*, XVI, p. 1897 et 1902. Zurich.)

En traitant 20 gr. de phénate de soude parfaitement desséché, suspendu dans le sulfure de carbone purifié, par 45 gr. d'iode, on obtient une huile renfermant environ 24 gr. d'orthoiodophénol, un peu d'un diiodophénol fusible à 68° et un triiodophénol fusible vers 150°.

Le dérivé acétylé du diiodophénol fond à 107° et le dérivé benzoylé à 95°—96°.

Le cyanogène n'agit pas sur le phénate de soude, mais bien le peroxyde d'azote ; on obtient de l'ortho-nitrophénol, du paranitrophénol et du nitrite de soude. Le chlore agit d'une façon analogue sur le β naphtolate de soude, on obtient un dérivé monochloré de β naphtol fusible vers 68°, isomère de celui de Claus et Zimmermann qui fond vers 150°.

Karl Mainzer. Produits de décomposition par les acides des sulfo-urées aromatiques. (*Berichte*, XVI, p. 2016. Zurich.)

L'auteur avait déjà étudié[1] l'action de l'acide chlorhydrique à chaud sur quelques sulfo-urées aromatiques mixtes et reconnu qu'on obtient toujours deux amines et deux sulfocyanures ; l'acide phosphorique en dissolution concentrée et chaude agit de même, il paraît donc ressortir de ces recherches une loi générale pour la décomposition des sulfourées par les acides.

E. Friedlænder. De quelques dérivés de l'α et β naphtol. (*Berichte*, XVI, p. 2075. Zurich.)

Friedländer prépare les amines secondaires des naphtols

[1] *Archives*, IX, p. 335.

en chauffant sous pression le naphtol et la base en présence de chlorure de calcium, le rendement est beaucoup meilleur que sans le chlorure; il a ainsi préparé la phényl-β-naphtylamine, aiguilles fusibles à 108°, la p-tolyl-β-naphtylamine, feuilles fusibles à 102°—103°, et ses dérivés acétylé, benzoylé, ainsi que le tétrabromure, aiguilles fusibles à 168°—169°; la phényl-α-naphtylamine, feuilles fusibles à 60°; la p-tolyl-α-naphtylamine, prismes fusibles à 79°; l'o-tolyl-β-naphtylamine, feuilles fusibles vers 95°, donnant avec l'acide picrique des aiguilles d'un rouge brun et avec le chlorure de benzoyle, un dérivé cristallisant en feuilles fusibles vers 117°; l'o-tolyl-α-naphtylamine, petites aiguilles fusibles à 94°—95; le β naphtol entre toujours plus facilement en réaction que l'α naphtol.

Toutes ces amines oxydées donnent des réactions colorées du jaune au rouge pour les β naphtylamines, et vertes ou bleues vertes pour les α, et décomposées par l'acide chlorhydrique à 240° on obtient le naphtol primitif et la base.

G. Lunge. Oxydation des combinaisons du soufre dans les lessives de soude caustique. (*Chem. Ind.*, 1883, octobre, *Monit. scient. Quesneville*, XIV, p. 141. Zurich.)

Les lessives de soude caustique renferment du sulfure de sodium, du sulfite et de l'hyposulfite de soude, qu'il faut oxyder; des recherches de laboratoire ont conduit Lunge à reconnaître que les meilleurs résultats industriels seront obtenus, en oxydant d'abord le sulfure en hyposulfite par l'oxygène de l'air; quand la température a atteint 140° on ajoute peu à peu du salpêtre qui oxyde l'hyposulfite formé en le dédoublant en sulfite et sulfure qui s'oxyde de nouveau; on cessera d'ajouter du salpêtre, quand la température aura atteint 300°-360°, et qu'il n'y aura plus dans la liqueur de sulfure ni d'hyposulfite; on sépare mécaniquement une partie du sulfite qui s'est formé en enlevant les dépôts, mais la grande masse devra être oxydée pendant la fusion à l'aide d'un courant d'air.

V. MERZ ET W. WEITH. ACTION DES CHLORURANTS SUR QUELQUES SUBSTANCES AROMATIQUES. (*Berichte*, XVI, p. 2869. Zurich.)

En poussant l'action des chlorurants aussi loin que possible sur le diphényl on n'obtient presque que du perchlordiphényl, tandis qu'une action analogue sur les dérivés du diphényl produit tantôt du perchlorbenzol, en quantité dominante, tantôt du perchlordiphényl; la phénanthrène donne du perchlorbenzol et pas de perchlordiphényl, tandis que la phénanthrènequinone et l'acide diphénique donnent surtout du perchlorbenzol, etc.; ces recherches poursuivies sur un grand nombre de substances aromatiques montrent que plusieurs combinaisons diphénylées soumises au traitement perchlorurant ne donnent que peu ou point de perchlordiphényl, mais bien du perchlorbenzol et que les dérivés simples du benzol ne donnent jamais de perchlordiphényl, on peut en conclure que si par cette réaction on obtient du perchlordiphényl, la substance primitive devait renfermer le groupement du diphényl.

V. MERZ ET W. WEITH. DE QUELQUES DÉRIVÉS PERBROMÉS. (*Berichte*, XVI, p. 2890. Zurich.)

Le bromanil ou le phénol pentabromé, traités par le pentabromure de phosphore donnent du perbrombenzol; le tétrabromure d'acétylène traité de même se carbonise; le benzonitrile traité par le brome à 350°, se transforme en perbrombenzonitride C_6Br_5CN, corps qui ressemble au perbrombenzol, il cristallise en aiguilles, fond au-dessus de 300° et se décompose vers 200° sous l'action de la potasse alcoolique.

Le ferro et le ferricyanure de potassium réagissent avec un excès de brome vers 200°, il se forme du trycyanogène tribromé, qui peut servir à préparer avec avantage l'acide cyanurique.

BOTANIQUE

J. WORTMANN. UEBER DEN EINFLUSS DER STRAHLENDEN WÆRME AUF WACHSENDE PFLANZENTHEILE. INFLUENCE DE LA CHALEUR RAYONNANTE SUR L'ACCROISSEMENT DES PLANTES. (*Botanische Zeitung*, juillet 1883.)

Il existe pour chaque espèce végétale une température particulièrement favorable à l'accroissement et qu'on nomme le degré optimum. Si la température ambiante s'abaisse au-dessous de cet optimum, l'accroissement se ralentit et il cesse tout à fait lorsqu'elle atteint un certain minimum. De même lorsque la température s'élève au-dessus de l'optimum, l'accroissement diminue graduellement et il existe un certain maximum de température auquel la plante cesse entièrement de s'accroître et qui lui est même fatal. Ces trois degrés de l'échelle thermométrique sont donc trois constantes ayant pour chaque espèce des valeurs particulières. Pour le *Lepidium sativum*, par exemple, le minimum, l'optimum et le maximum ont respectivement pour valeurs : + 1,5 ; + 27,4 ; + 37,2 en degrés centigrades.

On devait croire, à priori, que si la chaleur rayonnante obscure exerce sur les plantes une action proportionnelle à son intensité, cette action ne serait pas la même, selon que les radiations émaneraient d'une source dont la température serait inférieure ou supérieure à l'optimum propre à la plante soumise à l'expérience. Si l'on imagine, en effet, qu'une tige reçoive sur une de ses faces des radiations élevant sa température au-dessus de l'optimum, tandis que la face opposée soit maintenue à une température plus basse et voisine de cet optimum, il semble que la face tournée vers la source devra s'allonger moins rapidement que l'autre et que, par conséquent, la tige devra se recourber en présentant sa concavité à la source, tandis que l'inverse aurait lieu si la température ambiante étant notablement inférieure à l'optimum, l'un des côtés de la tige recevait de la source une température voisine de cet optimum. Or les recherches de M. Wortmann ne confirment pas cette prévision, tout en établissant

que la chaleur rayonnante obscure exerce sur l'accroissement des plantes une action indubitable.

Les expériences avaient lieu dans une chambre dont la température pouvait être maintenue très sensiblement constante pendant un temps suffisant et qui n'était éclairée que par une lumière asssez diffuse pour ne donner lieu à aucune courbure héliotropique. Une lame métallique chauffée par des flammes de gaz et placée verticalement de manière que sa surface fût perpendiculaire à la fenêtre, servait de source de chaleur. En réglant la température de cette lame ainsi que sa distance aux plantes, on pouvait à volonté porter un des côtés de leur tige à une température supérieure ou inférieure à celle qui régnait dans la chambre. Enfin on prenait soin d'éliminer les courbures géotropiques en plaçant les plantes sur des clinostats disposés de manière à faire tourner les tiges parallèlement à la lame chauffée.

Les expériences ont porté sur les espèces suivantes : *Phycomices nitens*, *Linum usitatissimum*, *Lepidium sativum*, *Zea Maïs*.

Pour chacune de ses espèces il s'est produit une courbure résultant de l'action des radiations émanant de la lame métallique, mais le sens de cette courbure *thermotropique*, n'a pas varié selon que la température de la source était supérieure ou inférieure à l'optimum. En ce qui concerne, par exemple, le *Lepidium sativum*, la tige se recourbe dans tous les cas de manière à tourner sa convexité vers la source.

Il en est donc du *thermotropisme* comme des autres effets analogues dus à la lumière, à la pesanteur, à l'humidité, aux courants électriques dont l'influence a été récemment mise en évidence par M. Elfwing[1]; le sens suivant lequel s'exerce le thermotropisme est constant pour une même espèce et pour une même partie de la plante.

C. de C.

[1] Voir dans *Archives des sc. phys. et nat.*, t. VIII, p. 85.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 1er mai 1884.

J.-L. Soret. Mesures de la radiation solaire pendant l'hiver 1883-84. — MM. A. de Candolle et P. Chaix. Comptes rendus de divers travaux.

M. J.-L. Soret a répété cet hiver des observations actinométriques, dans des conditions aussi identiques que possible à celles qu'il avait faites il y a quelques années, dans le but de voir si, comme on l'a dit, la température exceptionnellement douce de cet hiver doit être attribuée à une augmentation de la radiation solaire ; il n'a pas trouvé de différence appréciable avec ses anciennes mesures.

M. de Candolle donne quelques détails sur les voyages de deux botanistes : l'un, M. Lemmon étudie la Californie, pays remarquable par la variété de sa flore, très différente de celle des États-Unis. Ainsi que M. Asa Gray l'a remarqué, la flore de la partie Est de l'Amérique diffère complètement de celle des régions occidentales, mais se rapproche beaucoup en revanche de celle du Japon et de l'Asie orientale en général. L'autre explorateur est M. Regel, fils, qui voyage actuellement dans le pays de Merw et de Pamyr. On pouvait espérer que ce pays qui passe pour le berceau des races aryennes pourrait fournir des documents intéressants sur l'origine des plantes cultivées. Toutefois jusqu'à présent on n'y a rien trouvé de très saillant à ce point de vue.

M. Chaix signale des études comparatives faites par M. Whymper dans les Andes équatoriales sur la marche des baromètres anéroïdes comparés aux baromètres à mercure. Les baromètres anéroïdes se sont montrés très peu constants; leur erreur croît en particulier très notablement avec le temps. Des recherches analogues ont été faites entre le lac Ontario et les Montagnes Rocheuses par le colonel Legroz qui a comparé le baromètre à mercure et l'hypsomètre. Ce dernier procédé lui a donné de très mauvais résultats.

M. J-L. Soret dit que le baromètre anéroïde ne peut être employé que comme instrument d'interpolation et à condition de le comparer très fréquemment au baromètre à mercure. Quant à l'hypsomètre M. Soret s'en est beaucoup servi et a toujours eu de bons résultats, mais il faut prendre pour cela certaines précautions que beaucoup d'observateurs négligent volontiers.

Séance du 5 juin.

M. Fol. Nouvelle méthode pour le transvasage de bouillons stérilisés et le dosage des germes vivants contenus dans l'eau. — M. Phil. Plantamour. Tracé de l'ondulation atmosphérique de Krakatoa au baromètre enregistreur de Sécheron. — J. Muller. Lichens nouveaux provenant de la Palestine, de l'Égypte, d'Otahiti, des Kerguelen, etc...— MM. J.-L. Soret, Élie Wartmann, R. Pictet, Éd. Sarasin. Comptes rendus de divers travaux.

M. le professeur Hermann Fol fait une communication sur les recherches que M. le docteur Dunant et lui poursuivent depuis le mois de février dernier pour déterminer la quantité de microbes pathogènes contenus dans les eaux qui alimentent la ville de Genève[1]. Il décrit en détail la méthode employée réservant l'exposé des résultats pour une séance ultérieure. La méthode est celle de Miquel, amenée par une série de perfectionnements à un degré de précision beaucoup plus grand. M. Fol n'indique que très sommairement les princi-

[1] Voir plus haut page 557, le mémoire de M. Fol, contenant l'exposé de la méthode employée dans ces délicates recherches.

paux résultats obtenus. Ces Messieurs ont reconnu que l'eau puisée dans le lac en avant de l'entrée du port de Genève est de beaucoup la plus pure de toutes celles qu'on a étudiées jusqu'ici à ce point de vue. Celle de certaines parties du port est d'une extrême impureté et pour peu qu'il s'en mêle à l'eau du lac, elle doit en changer complètement le caractère. En effet l'eau prise immédiatement au-dessus de la machine hydraulique est notablement moins bonne, que celle du lac. Quant à l'eau de l'Arve, elle est beaucoup plus impure que celle du lac et rentre dans la catégorie des eaux tout à fait ordinaires ; mais elle est encore préférable à celle des parties stagnantes du port. D'autres questions relatives aux causes de contamination de l'eau ont été examinées ; MM. Fol et Dunant se réservent d'indiquer leurs résultats dans une prochaine communication.

M. J.-L. Soret rend compte des derniers résultats obtenus par M. Pasteur dans ses recherches sur l'inoculation de la rage.

M. J.-L. Soret expose ensuite le principe de la méthode à l'aide de laquelle M. Cornu distingue les raies du spectre du soleil des raies telluriques.

M. Philippe Plantamour dit que l'intéressant article de M. Jamin dans la *Revue des Deux Mondes* sur les rougeurs du ciel, dans lequel il étudie les différents phénomènes qui ont été occasionnés par l'éruption de l'île Krakatoa, entre autres la vague atmosphérique, due à un brusque changement de pression, qui s'est propagée à la façon d'un rond dans l'eau et a été retrouvée après coup sur les feuilles des baromètres enregistreurs dans plusieurs stations en Europe, l'a engagé à examiner à son tour la feuille correspondante du 27 août 1883 de son baromètre enregistreur (Redier). Il a été agréablement surpris de constater que la perturbation dans la pression atmosphérique causée par cette catastrophe a été également accusée à Sécheron. D'après ses calculs sur les documents qu'il avait à sa disposition, M. Wolf, astronome à l'observatoire de Paris, fixe à 11 h. du matin du 27 août à

Krakatoa le moment de l'explosion de l'île. A Sécheron une certaine agitation dans la pression se fait remarquer déjà avant 11 h. du matin (heure de Genève), comme on peut le voir sur le diagramme; cette agitation va grandissant et à 1 h. $^1/_2$ du soir une forte dépression se produit qui atteint son maximum de 1,8 millimètre environ à 3 h. du soir; à partir de ce moment le baromètre remonte peu à peu, en conservant de l'agitation et atteint entre minuit et 2 h. du matin le 28 août la même hauteur qu'avant l'explosion. A 3 h. du matin l'agitation augmente de nouveau et vers 4 h. une seconde dépression plus rapide est accusée qui atteint peu avant 5 h. son maximum d'environ 2 millimètres. Après ce premier retour de l'onde, 17 heures approximativement après la première apparition, le baromètre se relève brusquement et regagne entre 6 h. et 9 h. du soir la même hauteur que la veille avant l'éruption. On distingue ensuite deux autres retours d'une vague atténuée le 29 août à 2 h. du matin et à 4 h. du soir qui, à l'inverse des premiers, s'accusent par une augmentation de la pression d'environ six dixièmes de millimètre. Le premier de ces deux retours a été retardé par une cause inconnue, mais le second s'est présenté assez exactement 34 heures (rigoureusement 35 heures selon le diagramme) après le premier retour du 28 août, ce qui s'accorde assez bien avec le résultat des calculs de M. Wolf, d'après lesquels l'onde aurait fait deux fois le tour de la terre en 34 heures, à peu près avec la vitesse de la propagation du son dans l'air.

La secousse produite par l'explosion a donné lieu dans la mer à une vague formidable de 50 mètres de hauteur, partant du volcan, qui a tout ravagé sur les bords des îles environnantes, qui s'est propagée dans tous les sens et a été observée sur les côtes des trois grandes mers, la mer des Indes, le Pacifique et l'Atlantique, partout où il s'est trouvé des observateurs et des instruments pour recueillir le phénomène. D'autre part, M. Jamin fait remarquer qu'il n'est parvenu aucun renseignement sur une vague terrestre. A Sécheron le lac de Genève, dont les plus petites oscillations sont reproduites par le limnographe de M. Plantamour, n'a

éprouvé aucun mouvement insolite et les deux niveaux, orientés de l'est à l'ouest et du sud au nord, qu'il observe deux fois par jour depuis six ans, n'ont montré non plus aucune agitation extraordinaire.

M. le prof. Wartmann signale le récent travail de MM. Mallard et Friedel sur la thermoélectricité de la boracite qu'ils ont trouvée cesser au-dessus de 265°.

M. Müller donne à la Société quelques renseignements sur ses dernières publications lichénologiques.

Dans une série de 15 Lichens de la *Palestine*, que M. W. Barbey-Boissier, lors de son voyage en Orient a bien voulu collecter à son intention, M. Müller a trouvé 5 Lichens nouveaux et même un genre nouveau, qu'il a publiés dans la *Revue* du Dr Roumeguère de Toulouse. Il y avait en outre 6 espèces caractéristiques non nouvelles, qui existent aussi en Égypte, mais qui n'ont pas été observées ailleurs, et qui établissent donc, comme on pouvait s'y attendre, une affinité bien marquée entre les Flores lichéniques des deux pays.

De nouveaux envois de Lichens d'*Égypte*, faits par M. Barbey, le Dr Schweinfurth, du Caire, le Dr Ascherson, de Berlin et d'autres, comprenant 37 espèces et 15 variétés distinctes, ont permis à M. Müller de publier un supplément à son travail antérieur sur les Lichens d'Égypte. Il y en avait 16 espèces et 13 variétés nouvelles et un genre nouveau, ce qui porte le total des Lichens égyptiens, aujourd'hui connus à 82 espèces et 37 variétés, qui viennent tous de la Basse Égypte jusqu'aux Pyramides et des régions désertiques voisines entre le Nil et la Mer Rouge. L'ensemble de cette Flore lichénique est absolument différent de celle de l'île voisine de Socotra, que M. Müller avait étudiée en 1882, et où sur 144 Lichens distincts, il avait à publier, comme nouveaux, 85, c'est-à-dire 60 °/₀ du total rapporté.

Une petite collection de 10 Lichens de l'île océanienne d'*Otahiti* par contre n'a donné qu'une seule espèce nouvelle, parce qu'elle se composait surtout de grandes formes communes qui ont généralement une vaste distribution géographique.

Les Lichens recueillis par le Dr Naumann (à l'occasion de l'expédition allemande « Gazelle » pour l'observation du passage de Venus), provenant surtout des îles de *Timor*, *Nouvelle Guinée*, *Neu Hannover*, *Viti*, *Kerguelen*, du détroit de *Magellan*, et des îles *St-Hélène* et de l'*Ascension*, au nombre de 84 espèces et de 8 variétés, ont fourni à M. Müller 18 espèces et 5 var. nouvelles, qu'il a publiées dans les Botanische Jahrbücher du prof. Engler. Ce sont les îles Kerguelen qui ont donné le plus de nouveau et qui ont présenté les formes lichéniques les plus remarquables.

M. Pictet expose quelques-uns des résultats obtenus récemment par M. le prof. Frédéric Guthrie, de Londres, sur les températures de fusion des alliages et les proportions des divers métaux constituant ces alliages.

En prenant par exemple le plomb et l'étain, il a tracé une courbe expérimentale dont les abscisses représentent le titre du plomb par rapport à l'étain et les ordonnées la température de fusion de l'alliage correspondant.

Le plomb à 100 pour 100 donne la température de fusion du plomb pur, puis successivement cette température s'abaisse pour les titres $^{900}/_{1000}$, $^{800}/_{1000}$, $^{700}/_{1000}$, jusqu'à une certaine limite très définie pour laquelle le plomb et l'étain sont dans des proportions spéciales.

Jusqu'à présent on n'a trouvé aucun rapport simple entre ces proportions du plomb et de l'étain et leurs poids atomiques. A partir de ce titre limite la température remonte et la courbe présente un angle vif au-dessus du titre limite.

Le titre 0 correspond au point de fusion de l'étain pur.

Cette étude très minutieuse a été reprise par M. Guthrie dans le voisinage du titre critique pour examiner avec une scrupuleuse précision les proportions des alliages.

Par cette méthode, ce physicien a pu constituer un alliage de plomb et d'étain fondant à $+ 70°$.

M. Guthrie a étudié les points de fusion des diverses solutions salines mélangées et il est parvenu à les comparer complètement aux alliages métalliques.

M. Pictet annonce la publication d'une note complémentaire sur cet important travail.

M. Édouard Sarasin communique de la part de M. Norm. Lockyer la série de ses recherches sur les raies spectrales des taches solaires. Il montre les relevés graphiques de ces raies faits jour par jour à l'observatoire de South Kensington et expose les conclusions théoriques que M. Lockyer en a déduites au point de vue de la dissociation des corps contenus dans l'atmosphère solaire.

M. É. Sarasin décrit ensuite à la Société la brillante expérience à l'aide de laquelle M. Tyndall est arrivé à reproduire l'arc-en-ciel avec l'arc secondaire et leurs surnuméraires et la superposition des arcs-en-ciel de divers liquides dans une pluie composée [1].

[1] Pour le mémoire de M. Tyndall, v. plus haut, page 575.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MAI 1884

Le 3, halo lunaire à 9 h. du soir.
4, fort vent du S. pendant la nuit; à 8 h. 25 m. du soir éclairs et tonnerres au N.; à 10 h. du soir éclairs au N.
5, neige sur les montagnes environnantes; à 9 h. 4 m. du soir éclairs et tonnerres au N.
7, halo lunaire à 9 h. du soir.
8, halo lunaire à 11 h. du soir.
9, halo à 9 h. du soir.
10, id.
12, à 8 h. $^1/_2$ du soir éclairs à l'O., au N., NE. et à l'E.
13, depuis 9 h. du soir éclairs à l'O., ONO., NNO. et au N.
14, assez fort vent à 1 h. du soir.
17, éclairs au NNE. à 7 h. $^1/_2$ du soir.
18, tonnerres à midi 15 m.; éclairs au S. à 8 h. $^1/_2$ du soir; éclairs au NE. à 9 h. $^1/_2$ du soir.
21, forte bise depuis 9 h. du soir.
22, éclairs au SSE. à 10 h. du soir.
23, à 8 h. 45 m. du soir éclairs au SO.; à 10 h. du soir éclairs au SSO. et au NNO.
24, depuis 8 h. 20 m. éclairs au NE. et au SO.
25, à 10 h. du matin halo solaire; éclairs et tonnerres à l'O. à 1 h. $^1/_2$ du soir; depuis 8 h. $^1/_2$ du soir éclairs à l'O.
26, éclairs à l'ESE. à 10 h. du soir.
29, brouillard le matin sur les montagnes environnantes.
31, tonnerres à 4 h. 20 m. du soir.

ERRATUM. Le 1er avril 1884 on a omis d'indiquer la hauteur de l'eau tombée; elle est de 0mm,6 en 1 heure. La quantité de pluie tombée dans la première décade est donc de 3mm,3, et la somme totale pour ce mois de 28mm,1.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	729,99	Le 5 à 2 h. matin	716,89
9 à 8 h. matin	734,51	13 à 6 h. soir	726,48
15 à 9 h. soir	733,52	19 à 3 h. soir	720,91
22 à 8 h. matin	733,25	25 à 4 h. soir	725,75
27 à 8 h. matin	728,33	31 à 9 h. matin	721,63

GENÈVE. — MAI 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.				0	0	cm
1	725.83	+ 0 88	722,27	728.43	+11,48	+ 0,42	+ 8.0	+16.0	674	— 20	530	860	3,4	2	SSE. 1	0,95	+11.3	+ 1,2	79,1
2	728.84	+ 3.86	728,24	729.99	+10.74	— 0.47	+ 5,9	+15.2	682	— 13	530	860	0,2	3	S. 1	1,00	11,1	+ 0,9	76,6
3	725,37	+ 0,35	722.57	727,94	+13,42	+ 2,07	+ 8,0	+18,0	624	— 71	430	910	1,6	3	S. 1	0,75	10,9	+ 0.6	76,7
4	721.20	— 3.86	719,35	722,43	+13,12	+ 1,63	+10.2	+17,2	733	+ 38	530	860	7,5	14	S. 1	1,00	...	.....	77,0
5	720,52	— 4.58	716.89	723.36	+10,51	— 1,13	+ 7,0	+14,2	772	+ 77	550	900	14.2	15	SSO. 1	0,77	8.3	— 2,2	81,8
6	723.22	— 1,92	722.12	726,09	+ 8,28	— 3,50	+ 4,7	+12,9	824	+128	700	930	2,1	3	variable	0,87	8,7	— 2,0	83,4
7	728.94	+ 3,76	726,24	731,91	+ 9.69	— 2,24	+ 5,0	+15.3	715	+ 19	420	960	...	...	N. 1	0.30	9.0	— 1.8	85,1
8	732.58	+ 7.36	731,45	733,79	+11,56	— 0,51	+ 5.9	+17,3	642	— 54	400	880	...	...	N. 1	0,02	9,5	— 1,4	87,0
9	733.45	+ 8.19	732.28	734,51	+13,19	+ 0,98	+ 5,1	+20.3	642	— 55	400	910	...	...	N. 1	0.00	10.2	— 0.8	88.6
10	731,73	+ 6.42	730,24	733,04	+15.01	+ 2.65	+ 6.8	+22.4	641	— 56	380	920	...	...	N. 1	0,00	12,2	+ 1,1	87,2
11	729.92	+ 4.57	727,91	731,38	+16.22	+ 3,72	+ 8.5	+21.9	659	— 38	480	920	...	...	N. 1	0.00	...	.....	88,0
12	728.38	+ 2.99	726,65	729.56	+19.76	+ 7,12	+10.5	+27,5	571	—127	290	870	...	...	S. 1	0.05	13.5	+ 2,1	88,0
13	728 32	+ 2.88	726.48	729.68	+20,31	+ 7,53	+12.4	+26.7	515	—183	330	810	...	...	OSO. 1	0,17	14.7	+ 3.2	90.0
14	728.14	+ 2,66	726,62	732.04	+16,22	+ 3,30	+12,4	+22,5	678	— 21	480	860	2.8	3	SSO. 1	0,95	15.0	+ 3,4	90,8
15	732,70	+ 7,17	731.96	733,52	+13.19	+ 0,12	+ 9.8	+16.1	632	— 67	480	790	0.6	1	N. 1	0,40	11,9	+ 0.2	94,4
16	731,33	+ 5.76	729,12	733,27	+14.35	+ 1,14	+ 6 0	+20 8	655	— 45	470	870	...	..	N. 1	0,12	13.5	+ 1.7	96,0
17	726 52	+ 0.90	724,14	728.97	+18,45	+ 5,10	+ 9.5	+26.5	581	—119	380	750	0.6	1	variable	0.32	13,4	+ 1.5	97,7
18	723,71	— 1.95	722,32	724,94	+16,34	+ 2.85	+12.8	+24,2	718	+ 18	480	890	0,7	1	variable	0.77	...	.....	99,0
19	722,08	— 3,63	720.91	722,92	+16.84	+ 3.22	+11.0	+22.0	694	-- 7	510	920	0,1	...	variable	0,78	14,6	+ 2,4	102,0
20	727,46	+ 1,71	723,29	731,92	+14,14	+ 0,38	+12 0	+16.0	855	+154	750	950	5 9	8	variable	0.97	13,7	+ 1,4	100.8
21	732,20	+ 6,40	730.47	733,18	+14.62	+ 0,72	+ 8.3	+20,6	841	+109	620	1000	0,3	1	N. 1	0,47	14,2	+ 1,8	105,4
22	732.41	-;- 6,57	731.56	733,25	+15,17	+ 1,14	+12 2	+18,3	770	+ 68	660	880	...	...	N. 1	0,43	14.5	+ 2,0	107,5
23	730,14	+ 4,25	727,56	732.06	+17,02	+ 2,85	+10.0	+23,9	691	— 11	490	950	...	...	N. 1	0.03	15,0	+ 2.4	108,9
24	728 00	+ 2 07	726,15	729,26	+19.39	+ 5.09	+12,2	+25,9	644	— 59	350	900	...	...	variable	0,47	15,7	+ 2,9	110,5
25	726,57	+ 0,59	725.75	727,65	+16.69	+ 2,25	+13.8	+20.2	856	+153	700	970	9,0	6	variable	0.83	...	.....	113,0
26	726,89	+ 0.87	726.29	727,72	+14.91	+ 0,34	+11,8	+19,5	854	+151	660	990	1.0	2	N. 1	0.80	16.0	+ 3.0	114,5
27	727 52	+ 1,45	726,61	728.33	+14,94	+ 0.24	+11.9	+19,4	645	— 59	530	760	...	...	NNE. 1	0,23	16,4	+ 3,3	117,7
28	726,64	+ 0.53	725.13	727.96	+15,62	+ 0,79	+ 8.2	+21,7	616	— 88	360	920	...	...	N. 1	0,03	15,7	+ 2.5	119,0
29	724,61	— 1,55	722,82	726,00	+15,54	+ 0,58	+ 9,8	+21,2	620	— 84	390	780	...	...	N. 1	0,48	16.2	+ 2.8	121,6
30	722,44	— 3 76	721,68	723 55	+12,73	— 2,36	+10,8	+16,1	764	+ 60	580	1000	16.6	11	NNE. 1	0,97	15.6	+ 2,1	123,5
31	722.57	— 3,68	721,63	724,56	+13,58	— 1,63	+11,2	+19,4	871	+167	620	1000	10.9	9	variable	0,95	15,5	+ 1.9	126,7

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1884.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,59	726,65	727,25	727,76	727,39	726,89	727,14	727,67
2e »	727,98	727,89	728,50	728,33	727,55	727,17	727,32	728,11
3e »	727,90	727,80	728,02	727,65	726,91	726,29	726,44	727,16
Mois	727 50	727,46	727,93	727,91	727,27	726,77	726,95	727,63
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 8,80	+ 7,76	+10,02	+12,40	+14,38	+15,48	+13,56	+11,20
2e »	+13,72	+11,63	+15,04	+18,31	+19,95	+20,35	+18,26	+15,39
3e »	+12,78	+11 57	+13,83	+16,55	+18,45	+18,85	+17,06	+14,70
Mois	+11,80	+10,36	+12,99	+15,78	+17,62	+18,24	+16,32	+13,80
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	798	882	785	641	564	516	632	742
2e »	742	817	746	563	541	537	611	689
3e »	850	876	801	668	605	632	702	788
Mois	798	859	778	625	571	564	650	741

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 6,66	+ 16,88	+ 10,13	0,57	29,0	82,25
2e »	+ 10,49	+ 22 42	+ 13,79	0,45	10,7	94,67
3e »	+ 10,93	+ 20,56	+ 15,48	0,52	37,8	115,30
Mois	+ 9,41	+ 19,97	+ 13,20	0,51	77,5	97,98

Dans ce mois l'air a été calme 1,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,41 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 15°,2 O. et son intensité est égale à 13,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1884.

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard par intervalles l'après-midi; neige de 4 à 6 h. du soir.
4, neige dans la journée; elle fondait à l'instant et n'a pas pu être mesurée; fort vent tout le jour.
5, brouillard à 7 h. du matin, puis neige jusqu'à 1 h. du soir; fort vent le matin, forte bise l'après-midi.
6, fort vent l'après-midi; légère neige à 1 h. et à 4 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.
7, brouillard le matin.
8, brouillard depuis 7 h. du soir.
12, assez fort vent l'après-midi.
14, brouillard presque tout le jour; grêle pendant 10 minutes vers 1 h. du soir et pendant 8 minutes vers 3 h. du soir; pluie pendant cet intervalle; tonnerres vers 3 h. du soir.
15, forte bise tout le jour; brouillard à 7 h. du matin et à 10 h. du soir.
17, assez fort vent le matin; brouillard à 10 h. du soir.
18, brouillard par un fort vent tout le jour; pluie et neige.
19, brouillard par un fort vent tout le jour.
20, pluie et fort vent jusqu'à 4 h. du soir; brouillard de 4 à 7 h. du soir.
22, légère grêle vers 4 h. du soir pendant 6 minutes.
23, fort vent depuis 10 h. du matin; brouillard de 7 à 10 h. du matin.
24, pluie à 10 h. du soir.
25, brouillard à 1 h. du soir, pluie à 4 h. du soir.
27, neige à 7 h. du matin; elle ne peut pas être mesurée.
28, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
30, fort vent tout le jour; brouillard le matin et depuis 7 h. du soir; neige de 1 à 4 h. du soir; elle ne peut pas être mesurée.
31, neige dans la nuit du 30 au 31 et à 4 h. du soir; brouillard le matin et depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à minuit	560,10
Le 2 à 11 h. soir	565,37	5 à 9 h. matin	556,81
9 à 11 h. soir	571,98	15 à 5 h. matin	566,95
16 à 11 h. matin	570,23	19 à 4 h. matin	562,98
22 à 11 h. soir	572,44	25 à 5 h. soir	566,24
27 à 10 h. matin	566,93	31 à 4 h. soir	561,71

SAINT-BERNARD. — MAI 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.			
1	562,07	— 0,65	560,10	564,07	— 3,16	— 1,73	— 4,8	+ 0,7	.....	.....	....	NE. 1	0,95
2	564,55	+ 1,73	563,85	565,37	— 1,85	— 0,57	— 6,7	+ 0,8	10	0,1	....	NE. 1	0,78
3	563,56	+ 0,64	562,67	565,12	+ 2,55	+ 3,69	— 1,0	+ 6,9	.....	.....	....	SO. 1	0,55
4	560,99	— 2,03	560,48	562,40	+ 0,92	+ 1,92	— 0,6	+ 3,6	.....	3,1	....	SO. 2	0,95
5	558,56	— 4,55	556,81	560,11	— 2,31	— 1,45	— 7,3	+ 2,5	170	17,0	....	NE. 2	0,67
6	559,20	— 4,00	558,40	560,60	— 4,88	— 4,16	— 8,8	— 1,0	.....	.....	....	variable	0,80
7	563,55	+ 0,25	560,51	566,34	— 4,38	— 3,80	— 7,5	— 0,3	.....	.....	....	NE. 1	0,63
8	568,48	+ 5,08	566,33	570,37	— 0,28	+ 0,16	— 6,5	+ 5,9	.....	.....	....	NE. 1	0,55
9	571,28	+ 7,78	570,42	571,98	+ 3,64	+ 3,94	— 1,7	+ 8,3	.....	.....	....	variable	0,03
10	571,58	+ 7,98	571,26	571,97	+ 6,19	+ 6,35	+ 1,0	+12,0	.....	.....	....	variable	0,00
11	571,22	+ 7,53	570,74	571,81	+ 6,65	+ 6,67	+ 2,4	+11,2	.....	.....	....	SO. 1	0,03
12	570,09	+ 6,30	569,60	570,93	+ 4,97	+ 4,85	+ 2,6	+ 7,9	.....	.....	....	SO. 1	0,30
13	569,62	+ 5,73	569,09	570,20	+ 5,59	+ 5,33	+ 2,5	+ 9,3	.....	.....	....	SO. 1	0,32
14	567,70	+ 3,71	566,97	568,98	+ 2,67	+ 2,27	+ 1,4	+ 5,5	.....	14,0	....	SO. 1	0,97
15	567,86	+ 3,77	566,95	569,13	— 2,83	— 3,36	— 3,6	+ 0,2	.....	.....	....	NE. 2	0,45
16	569,72	+ 5,54	569,20	570,23	+ 4,02	+ 3,36	— 3,5	+ 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0,13
17	568,34	+ 4,06	567,48	569,73	+ 3,67	+ 2,87	+ 2,5	+ 6,3	.....	.....	....	SO. 1	0,85
18	565,18	+ 0,80	563,34	567,18	+ 0,72	— 0,21	0,0	+ 4,1	.....	2,8	....	SO. 2	1,00
19	563,75	— 0,73	562,98	564,62	— 0,13	— 1,19	— 0,8	+ 1,8	.....	.....	....	SO. 2	1,00
20	567,15	+ 2,58	564,86	570,03	+ 0,87	— 0,32	+ 0,2	+ 2,0	.....	42,6	....	SO. 2	0,88
21	570,82	+ 6,16	570,00	571,31	+ 6,44	+ 5,12	+ 0,2	+11,8	.....	.....	....	NE. 1	0,12
22	571,74	+ 6,98	571,15	572,44	+ 4,97	+ 3,52	+ 4,2	+ 8,5	.....	.....	....	SO. 1	0,25
23	571,39	+ 6,53	570,44	572,32	+ 4,52	+ 2,94	+ 2,5	+ 7,5	.....	.....	....	SO. 2	0,53
24	569,32	+ 4,37	568,37	570,74	+ 4,99	+ 3,28	+ 1,2	+ 8,5	.....	.....	....	SO. 1	0,30
25	566,91	+ 1,87	566,24	568,29	+ 3,89	+ 2,06	+ 2,2	+ 7,7	.....	1,5	....	NE. 1	0,87
26	566,47	+ 1,34	566,31	566,70	+ 2,49	+ 0,54	+ 1,6	+ 4,9	.....	2,4	....	NE. 1	0,87
27	566,69	+ 1,46	566,59	566,93	+ 2,97	+ 0,90	+ 0,5	+ 6,2	.....	2,0	....	NE. 1	0,62
28	565,96	+ 0,64	565,70	566,82	+ 2,82	+ 0,63	0,0	+ 6,4	.....	.....	....	NE. 2	0,32
29	564,74	— 0,67	563,97	565,99	+ 3,75	+ 1,44	+ 0,8	+ 7,4	.....	.....	....	NE. 1	0,43
30	562,89	— 2,61	562,45	563,93	+ 0,55	— 1,88	+ 0,2	+ 3,4	.....	13,0	....	SO. 2	1,00
31	562,06	— 3,53	561,71	562,87	+ 0,04	— 2,51	— 0,8	+ 2,5	70	26,2	....	SO. 1	0,98

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A MARTIGNY

pendant le

MOIS DE MAI 1884

Le 5, très fort vent du NNO. de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
14, fort vent du NNO. l'après-midi.
15, fort vent du NNO. jusqu'à 4 h. du soir.
16, fort vent du NNO. de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
22, éclairs à l'O. de 9 à 10 h. 40 m. du soir.
23, fort vent du NNO. de 10 h. du matin à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 2 à 10 h. matin	722,36
8 à 1 h. soir	727,55
16 à 7 h. matin	726,96
21 à 7 h. matin	726,79
28 à 7 h. matin	721,00
31 à 10 h. soir	717,43

MINIMUM

	mm
Le 5 à 7 h. matin	711,16
14 à 1 h. soir	719,43
19 à 1 h. soir	714,61
25 à 4 h. soir	719,17
30 à 1 h. soir	714,63

MARTIGNY. — MAI 1884.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum des 6 observat.	Baromètre. Maximum des 6 observat.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observat.	Fraction de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fraction de saturation. Écart avec la fraction normale.	Fraction de saturation. Minim.	Fraction de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tombée d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0					mm.			
1	719,59	....	717,85	721,26	+10,58	....	+ 9,3	+15,7	697	.....	570	760	....	...	NNO. 1	0,87
2	722,04	....	721,54	722,36	+ 8,93	....	+ 6,4	+11,4	729	.....	610	830	....	...	NNO. 1	0,98
3	717,72	....	716,00	720,20	+11,60	....	+ 6,3	+16,4	707	.....	570	860	....	...	NNO. 1	0,58
4	714,64	....	714,03	715,55	+11,63	....	+ 7,5	+16,1	851	.....	720	890	4,6	...	ONO. 1	0,98
5	714,50	....	711,16	716,40	+ 5,93	....	+ 5,5	+ 9,9	932	.....	830	950	18,1	...	NNO. 1	0,75
6	716,97	....	716,22	718,63	+ 7,03	....	+ 1,8	+11,7	759	.....	660	850	0,5	...	NNO. 1	0,82
7	722,37	....	721,27	724,50	+11,30	....	+ 6,7	+16,3	606	.....	410	720	....	...	NNO. 1	0,38
8	727,15	....	726,70	727,55	+12,08	....	+ 7,9	+18,0	716	.....	570	950	....	...	NNO. 1	0,27
9	726,10	....	725,51	726,56	+14,40	....	+ 6,3	+20,9	644	.....	530	750	....	...	NNO. 1	0,05
10	724,94	....	723,67	727,14	+16,80	....	+ 7,0	+24,0	586	.....	380	810	....	...	ONO. 1	0,03
11	723,28	....	721,84	725,53	+18,45	....	+ 8,2	+26,6	566	.....	360	760	....	...	NNO. 1	0,02
12	721,87	....	720,56	723,72	+18,82	....	+ 9,6	+25,0	581	.....	420	710	....	...	NNO. 1	0,18
13	721,86	....	720,56	723,70	+18,82	....	+ 9,9	+24,6	569	.....	430	750	....	...	NNO. 1	0,12
14	721,03	....	719,43	723,24	+15,63	....	+10,3	+21,0	666	.....	540	760	....	...	NNO. 2	0,82
15	725,77	....	724,85	726,82	+13,53	....	+10,6	+17,6	577	.....	450	670	....	...	NNO. 2	0,32
16	724,19	....	722,50	726,96	+16,10	....	+ 6,4	+22,5	596	.....	450	760	....	...	NNO. 1	0,20
17	719,65	....	718,21	722,33	+18,08	....	+ 9,3	+24,2	647	.....	480	830	....	...	NNO. 1	0,52
18	716,86	....	715,45	718,51	+17,00	....	+10,3	+23,3	632	.....	410	780	....	...	variable	0,62
19	715,48	....	714,61	716,43	+18,43	....	+11,2	+23,6	482	.....	330	670	....	...	NNO. 1	0,50
20	721,58	....	718,63	724,82	+14,93	....	+12,3	+18,7	736	.....	610	820	....	...	NNO. 1	0,80
21	724,92	....	723,55	726,79	+16,88	....	+ 7,0	+22,8	704	.....	480	900	....	...	variable	0,23
22	725,19	....	724,40	726,24	+15,62	....	+12,0	+19,2	762	.....	630	840	....	...	ONO. 1	0,25
23	722,97	....	721,15	725,35	+18,17	....	+10,1	+25,4	664	.....	460	830	....	...	NNO. 1	0,05
24	720,76	......	719,17	723,41	+20,00	....	+ 9,8	+27,0	597	.....	400	740	....	...	variable	0,20
25	719,72	....	719,17	720,40	+17,58	....	+15,6	+20,6	731	.....	590	780	....	...	variable	0,92
26	719,92	....	719,24	720,49	+16,28	....	+10,8	+21,9	746	.....	560	830	0,5	...	ONO. 1	0,90
27	720,12	....	719,20	720,80	+15,97	....	+13,3	+21,0	701	.....	540	800	....	...	ONO. 1	0,33
28	719,33	....	718,36	721,00	+17,13	....	+ 9,8	+23,7	597	.....	440	810	....	...	NNO. 1	0,15
29	717,17	....	715,96	719,17	+16,63	....	+11,0	+22,6	531	.....	310	700	....	...	variable	0,23
30	715,50	....	714,63	716,36	+13,30	....	+ 8,9	+17,7	782	.....	610	850	....	...	variable	0,92
31	716,23	....	715,13	717,43	+12,30	....	+10,5	+16,4	842	.....	650	930	10,6	...	ONO. 1	0,90

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1884.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	563,94	563,62	563,83	564,25	564,58	564,62	564,97	565,25
2e » ...	568,21	567,86	568,03	568,10	567,98	567,97	568,12	568,23
3e » ...	567,63	567,19	567,19	567,28	567,08	566,89	567,01	567,16
Mois	566,63	566,25	566,38	566,57	566,57	566,51	566,71	566,89

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 2,49	+ 2,30	+ 3,11	+ 2,61	— 0,99	— 1,70
2e » ...	+ 1,25	+ 4,73	+ 5,19	+ 4,71	+ 2,86	+ 1,96
3e » ...	+ 1,69	+ 5,08	+ 6,37	+ 6,00	+ 3,68	+ 2,56
Mois	+ 0,20	+ 4,07	+ 4,94	+ 4,49	+ 1,91	+ 0,99

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 4,39	+ 3,94	0,59	20,2	180
2e » ...	+ 0,37	+ 5,61	0,59	59,4	—
3e » ...	+ 1,15	+ 6,80	0,57	45,1	70
Mois	— 0,89	+ 5,49	0,58	124,7	250

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,80 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 15,1 sur 100.

MOYENNES DE MARTIGNY. — MAI 1884.

Baromètre.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	720,48	720,66	720,45	720,31	720,50	721,04
2e » ...	722,15	721,57	720,63	720,22	720,73	721,49
3e » ...	721,50	720,70	719,79	719,28	719,47	720,09
Mois......	721,38	720,97	720,27	719,91	720,21	720,85

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade..	+ 9,06	+12,87	+15,19	+14,71	+12,44	+10,61
2e » ..	+13,29	+19,09	+22,03	+22,13	+18,41	+15,63
3e » ..	+13,42	+18,17	+20,93	+20,77	+18,05	+15,47
Mois.....	+11,97	+16,76	+19,43	+19,25	+16,35	+13,95

Fraction de saturation en millièmes.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade........	811	679	616	607	701	688
2e »	746	541	465	477	562	606
3e »	801	626	552	585	669	710
Mois...........	786	616	545	557	645	669

	Min.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.
	0	0		mm
1re décade........	+ 6,47	+16,04	0,57	23,2
2e »	+ 9,81	+22,71	0,41	—
3e »	+10,80	+21,66	0,46	11,1
Mois...........	+ 9,08	+20,19	0,48	34,3

Pl.VI

midi 3 6 9 minuit 3 6 9 midi

28 Août

11 heures de Genève

3 6 9 minuit 3 6 9 midi 740mm

38

36

34

32

730mm

28

26

31 Août

le l'île Krakatoa, le 27 Août 1883.

Ph. Plantamour

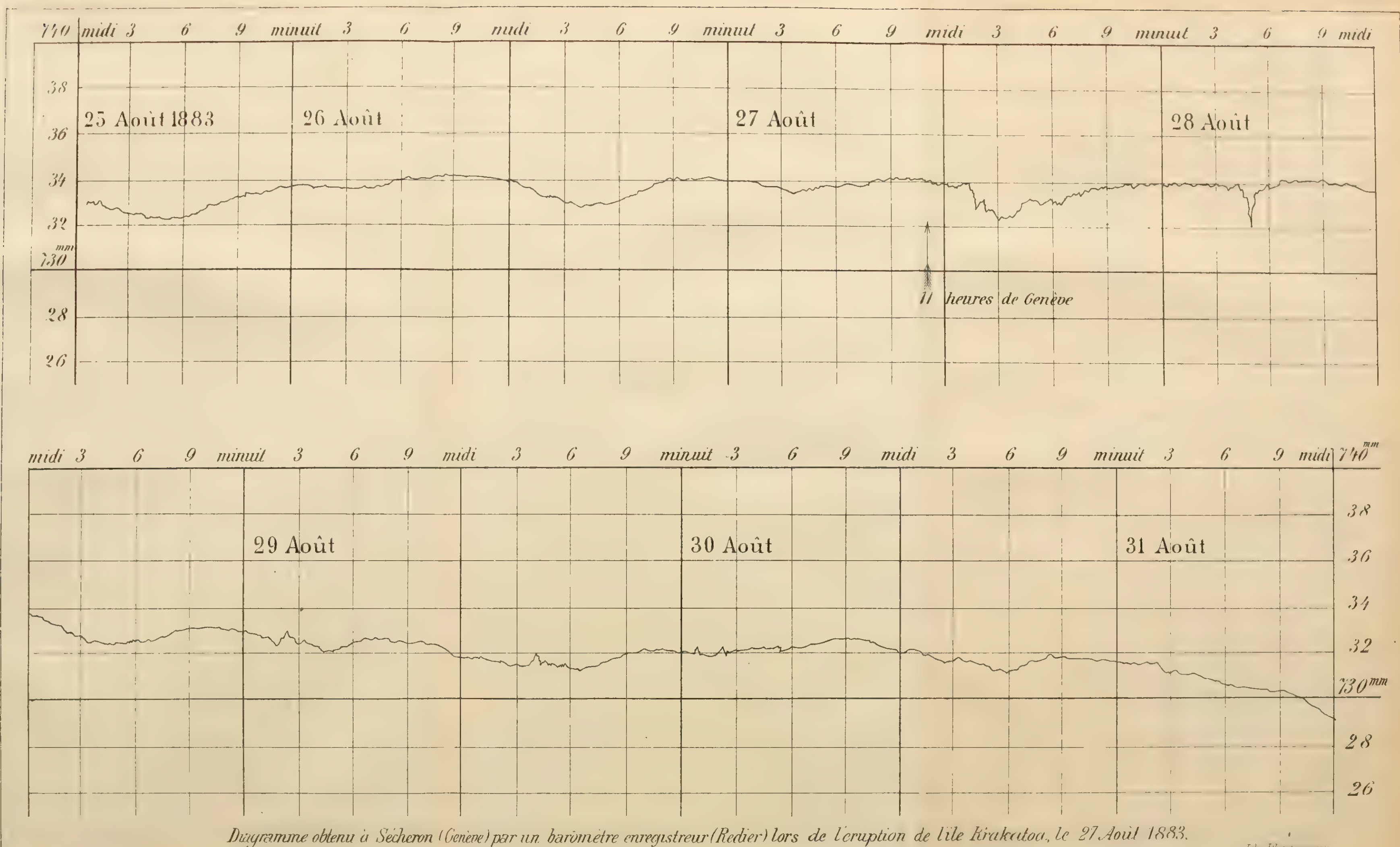
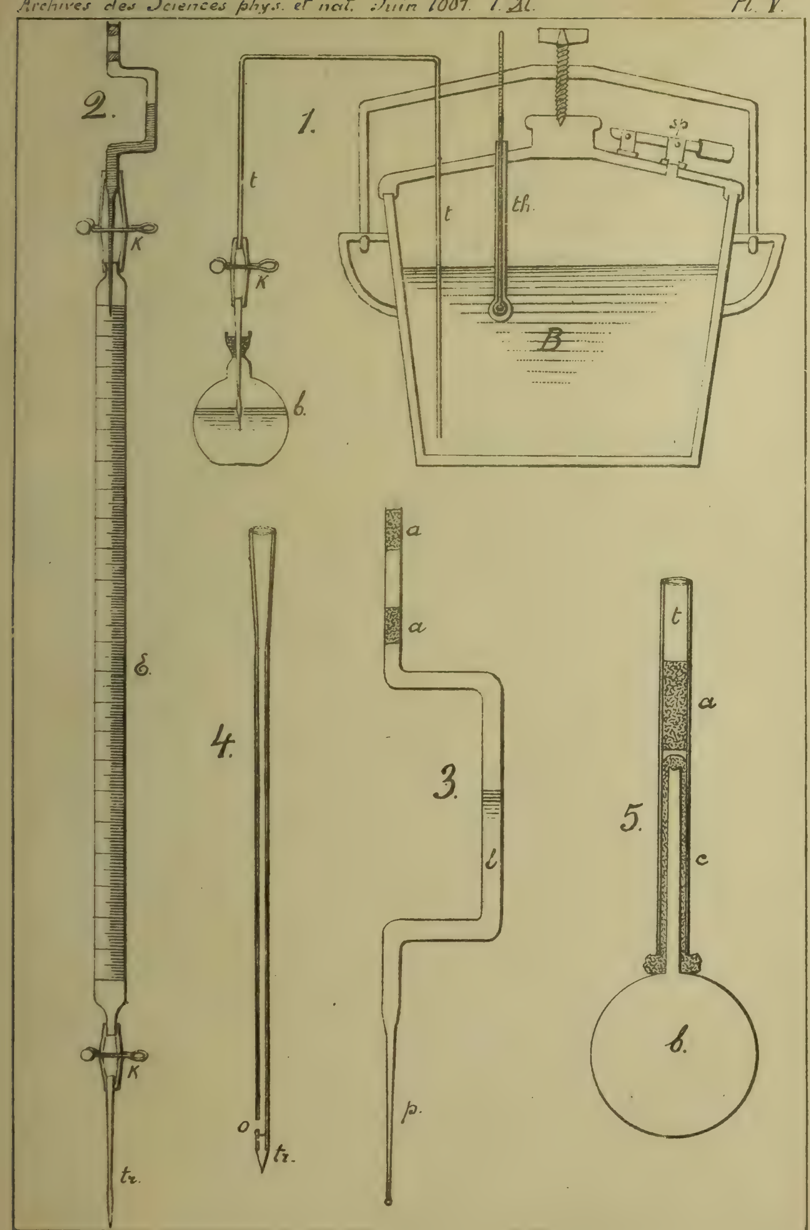


Diagramme obtenu à Sécheron (Genève) par un baromètre enregistreur (Redier) lors de l'éruption de l'île Krakatoa, le 27 Août 1883.


2.
K
K
tr.
1.
t
t
K
b.
th.
sp
B
4.
o
tr.
a
a
3.
l
p.
t
a
5.
c
b.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME ONZIÈME (3me PÉRIODE)

1884. — Nos 1 à 6.

Pages

Sur les propriétés antiseptiques de l'acide formique, par M. *J.-B. Schnetzler* 5

Sur l'ascension du courant de transpiration dans les plantes, par M. le Dr *Jean Dufour* 15

Notes cristallographiques : I. Formes cristallines de quelques composés organiques; II. Sur un alun de soude clinorhombique, par M. *Charles Soret* 51

La théorie des phénomènes électro-chimiques observés par M. Guébhard, par M. *W. Voigt* . . 65

Sur une apparence singulière observée à la surface du Soleil le 14 septembre 1883, par M. *H. Rapin* 84

Pages

Recherches sur le développement des nerfs spinaux chez les Tritons, par M. *Maurice Bedot*.. 117

Les tremblements de terre étudiés par la Commission sismologique suisse pendant l'année 1881, 2me rapport, par M. *F.-A. Forel*........... 147

Notice sur les restes de végétaux de l'ancienne Égypte contenus dans une armoire du musée de Boulaq, par M. *G. Schweinfurth*.......... 183

Revue géologique suisse pour l'année 1883, par M. *Ernest Favre*....................... 205

Idem. (Suite et fin)...................... 341

De la répartition générale dans la nature du groupe aromatique provenant des tissus animaux et végétaux, par M. *A. Danilewsky*........... 235

Sur la couleur de l'eau, par M. *J.-L. Soret*..... 276

Notice sur les inventions mécaniques de M. G. Leschot, horloger, par M. *Daniel Colladon*.... 297

Sur une prétendue association par cristallisation de corps n'offrant aucune analogie de constitution atomique, par M. *C. Marignac*......... 399

Une propriété élémentaire des paraboles du troisième degré, par M. *Gustave Cellérier*........ 408

Remarques sur la théorie de la polarisation naturelle, par M. *Charles Soret*............... 412

La théorie des phénomènes électro-chimiques observés par M. Guébhard, par M. *W. Voigt* (suite)................................ 461

La transformation de la théorie des atomes, par M. *Victor Meyer*....................... 484

Le purbeckien du Jura, par M. *Aug. Jaccard*.... 504

Note sur un cristal de Stibine de l'île de Shikoku (Japon), par M. *Albert Brun*.............. 514

Pages

Sur un appareil photographique destiné à prendre des poses d'animaux en mouvement, par M. *Hermann Fol*.......................... 517

Nouvelle méthode pour le transvasage de bouillons stérilisés et le dosage des germes vivants contenus dans l'eau, par M. *Hermann Fol*...... 557

Sur les arcs-en-ciel, par M. le prof. *Tyndall*..... 575

L'unification des longitudes et l'introduction d'une heure universelle, à la conférence géodésique de Rome, d'après le compte rendu de MM. *Hirsch* et *von Oppolzer*.......................... 593

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

Pages

A. Brezina. Recherches cristallographiques sur des séries homologues et isomères. 88

H. Valerius. Note sur le mode d'action des paratonnerres du système de M. Melsens. 190

A. Riccò. Études spectrales sur la couleur de l'eau. — Quelques phénomènes optiques de l'atmosphère et de la mer de Palerme. 432

John Le Conte. Études physiques sur le lac Tahoe. . . . 435

Elie Wartmann. Action du froid sur la faculté germinative. 437

CHIMIE.

Hans Walder. Acide ortho β-oxynaphtoylbenzoïque. . 89

B. Lachowicz. Action des chlorures sur la phénanthrenquinone. 89

F.-P. Treadwell et *V. Meyer.* Poids moléculaire de l'isoindol 193

G. Lunge. Production d'acide sulfurique anhydre. . . . 193

F. Krafft. Paraffines des schistes. 193

G. Lunge. Action de l'acide sulfurique sur le benzol et ses homologues. 194

K. Heumann et *P. Kœchlin.* Chlorure de pyrosulfuryl. 194

Les mêmes. De l'influence de la température sur le chlorure de sulfuryl et l'acide chlorosulfurique. . 194

Pages

G. Billitz et *K. Heumann.* Nouvelles méthodes de préparation du chlorure de pyrosulfuryl et de l'acide chlorosulfurique.......................... 195
E. Nægeli. Réactions des hydroxylamines,.......... 195
M. Cérésole. Acide diéthylacétacétique.............. 196
Max Wittemberg et *V. Meyer.* Benzil.............. 314
V. Meyer et *Ad. Muller.* Constitution de l'acide nitrosomalonique 315
Fr. Pfaff. Réduction des produits de substitution des phénols 316
J. Petraczeck. Aldoximes 316
G. Lunge et *Smith.* Poids spécifique des dissolutions d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque.. 317
M. Cérésole. Ethers de l'isonitrosoacétone 317
G. Lunge et *P. Næf.* Chlorure de chaux et composés analogues................................ 318
C. Græbe. Éthers de l'acide phtalique 438
Le même. Un isomère de l'euxanthone............. 438
A. Weber et *C. Söllscher.* Réactions des carbures d'hydrogène chlorés.......................... 440
K. Hock. Combinaisons de la chinaline avec les phénols................................... 441
G. Lunge et *P. Naef.* Poids spécifique de l'acide sulfurique concentré............................ 441
A. Pierson et *K. Heumann.* Action de l'éthyldichloramine sur les amines aromatiques et sur l'hydrazobenzol.............................. 441
W. Trzcinski. Action de l'acide bibrombarbiturique sur la sulfo-urée et sur les sulfocyanures....... 442
J. Holm. Dérivés du fluorène....................... 527
M. Cérésole. Acide violurique..................... 527
Fr. Pfaff. Un nouvel homologue de la résorcine..... 528
R. Meyer et *H. Kreis.* Observations sur les corps oxyazotés................................ 528
V. Meyer, — *V. Meyer* et *Kreis,* — *V. Meyer* et *Sandmeyer.* Thiophène............................. 529
H. Goldschmidt et *V. Meyer.* Benzile............. 531
Ad. Müller. Acides isonitrosiques.................. 532

Pages
K. Heumann et *P. Kœchlin.* Chlorure de Thionyl..... 532
A. Etard. Sur la solubilité des sels.................. 618
V. Meyer et *E. Nœgeli.* Oxoctenol.................. 621
E. Schulze et *J. Barbieri.* Acide phénylamidopropionique.................................... 621
F. Krafft. Préparation des alcools primaires normaux à poids moléculaires élevés et oléfines correspondantes.................................... 621
C. Grœbe et *Ph.-A. Guye.* Hydrures de naphtaline.... 622
R. Heim. Éthers de l'acide phosphorique et du phénol. 622
Le même. Transformation des phénols en nitrites et acides.................................... 623
B. Lach. Aldoximes.................................... 623
G.-W.-A. Kahlbaum. Relation entre le point d'ébullition et la pression barométrique.............. 624
C. Schall. Action de l'iode sur le phénate de soude... 625
Karl Mainzer. Produits de décomposition par les acides des sulfo-urées aromatiques............ 625
E. Friedländer. De quelques dérivés de l'α et β naphtol.................................... 625
G. Lunge. Oxydation des combinaisons de soufre dans les lessives de soude caustique................ 626
V. Merz et *W. Weith.* Action des chlorurants sur quelques substances aromatiques................. 627
Les mêmes. De quelques dérivés perbromés......... 627

ZOOLOGIE.

Francis-M. Balfour. Traité d'embryologie et d'organogénie comparées, traduit et annoté par H. Robin 533

BOTANIQUE.

Dr *H. Christ.* La flore de Suisse et ses origines 534
J. Wortmann. Influence de la chaleur rayonnante sur l'accroissement des plantes.................. 628

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Séance du 15 novembre 1883. — Schiff. Mouvement des feuilles de l'accacia dealbata. — Lombard. Rameau de néflier portant une fleur et un fruit. — J.-L. Soret. Orage qui a sévi sur Neuchâtel le 10 novembre....... 91

Séance du 6 décembre. — Emile Gautier. Modifications au plan des observations météorologiques. — Philippe Plantamour. Mouvements périodiques du sol. — Gustave Cellérier. Propriété élémentaire des paraboles du 3me degré. — H. Fol. Étude anatomique de deux embryons humains. — R. Pictet. Époques de feuillaison et de défeuillaison............ 92

Séance du 20 décembre. — R. Pictet. Essais faits sur un nouveau modèle de bateau rapide. — Schiff. Sensibilité des cordons antérieurs de la moelle épinière. — Wartmann. Propriétés spectrales de l'yttrium. — R. Pictet. Cristaux de glace. — H. Fol. Structure des ventouses de la Sepiola rondeletii 95

Séance du 3 janvier 1884. — J.-L. Soret. Grande transparence de l'atmosphère avant la pluie. — H. Fol. Ordre de formation des vertèbres. — H. Fol et S. Warynski. Inversion viscérale chez l'embryon de poulet. — Ch. Soret. Cristaux de glace. — P. Chaix. Rapport sur les observations météorologiques de Cordoba............................... 102

Séance du 18 janvier. — Ch. Cellérier. Rapport sur la marche de la Société en 1883. — H. Fol et Ad. D'Espine. Le microbe de la pleuropneumonie... 319

Séance du 7 février. — L. Micheli. Prévisions du temps en vue de l'agriculture. — R. Pictet. Action de grands froids prolongés sur des germes. — H. Fol. Rôle de la chromatine dans le partage des cellules..... 319

Séance du 21 février. — Alph. de Candolle. Notation des températures au point de vue de l'agriculture et des faits de végétation. — H. Fol. Travaux récents sur les cellules phagocytes. — J.-L. Soret. Observations au prisme de Nicol pendant les remarquables couchers de soleil des mois de décembre 1883 et janvier 1884. — J.-L. Soret. Grande transparence de l'air avant la pluie. — R. Pictet, C. de Candolle, H. Fol. Action des grands froids prolongés sur des graines, des germes, etc. — J.-L. Soret et Édouard Sarasin. Spectre d'absorption de l'eau........................ 320

Séance du 6 mars. — J.-L. Soret. Sur la couleur de l'eau. — Maurice Bedot. Recherches sur les Velelles. — Ch. Soret. Étude critique sur la théorie du pouvoir rotatoire naturel. — Ch. Galopin. Traité des approximations numériques. — H. Fol. Recueil zoologique suisse................ 328

Séance du 20 mars. — Herzen. Sur la pepsinogénie chez l'homme. — Schiff. Sur l'état électrotonique des nerfs......................... 443

Séance du 3 avril. — J.-L. Soret. Sur les phénomènes de la polarisation qui accompagnent les Gloires observées sur les nuages à l'opposite du soleil. — E. Gautier. Circonstances atmosphériques de l'hiver 1883-84. — H. de Saussure. Salines de Gouhénans.... 448

Séance du 17 avril. — Marignac. Proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône. — J.-L. Prevost, H. Fol, Gosse. Discussion à propos du mémoire de M. Marignac. — J. Brun. Végétations pélagiques et microscopiques du lac. — Colladon. Ancien niveau du lac. — R. Pictet. Pseudomorphose de calcite en quartz. — Gosse. Argile profonde du lit de l'Arve.... 538

Séance du 1er mai. — J.-L. Soret. Mesures de la radiation solaire pendant l'hiver 1883-84. — MM. A. de Candolle et P. Chaix. Comptes rendus de divers travaux.... 630

Séance du 5 juin. — M. Fol. Nouvelle méthode pour le transvasage de bouillons stérilisés et le dosage des germes vivants contenus dans l'eau. — M. Phil. Plantamour. Tracé de l'ondulation atmosphérique de Krakatoa au baromètre enregisteur de Sécheron. — J. Muller. Lichens nouveaux provenant de la Palestine, de l'Égypte, d'Otahiti, des Kerguelen, etc. — MM. J.-L. Soret, Élie Wartmann, R. Pictet, Éd. Sarasin. Comptes rendus de divers travaux.... 631

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève, au Grand Saint-Bernard et à Martigny.

Pages

NOUVELLE ORGANISATION DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES à Genève, au Grand-Saint-Bernard et à Martigny.... 107

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de décembre 1883.... 109

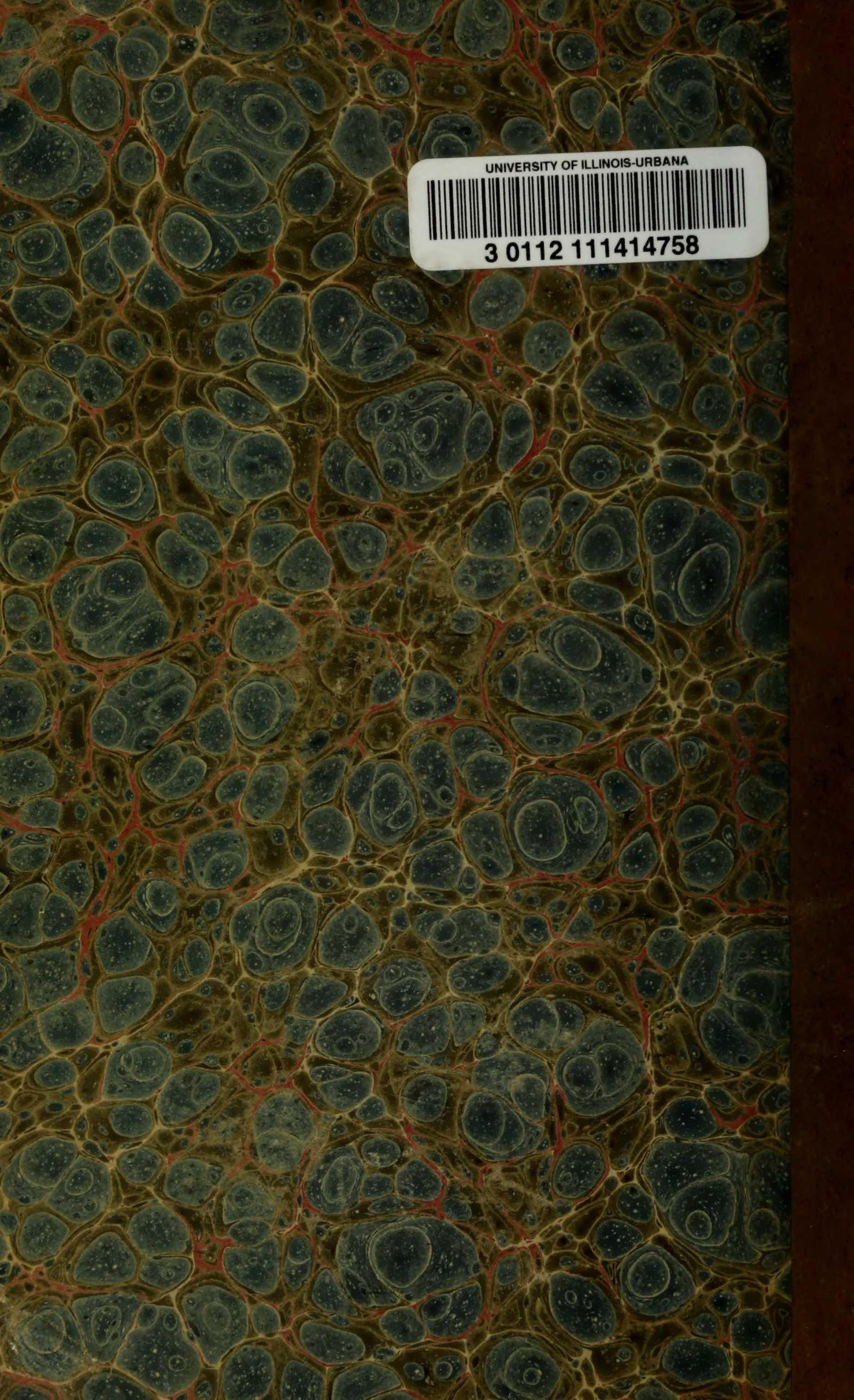
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de janvier 1884.... 197

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de février.... 333

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mars 1884.... 453

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois d'avril 1884.... 549

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mai.... 637


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111414758